COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que la première Partie du tome XXXVII de ses *Mémoires* est en distribution au Secrétariat : cette première Partie comprend l'éloge de Dutrochet par *M. Coste* et le Mémoire de *M. Regnault* sur la vitesse de propagation des ondes dans les milieux gazeux.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie l'ampliation du Décret impérial approuvant l'élection de M. Cahours à la place laissée vacante, dans la Section de Chimie, par la nomination de *M. Dumas* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Cahours** prend place parmi ses confrères.

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des corps solides par la chaleur* (deuxième Mémoire); *par* **M. H. Fizeau.**

« Dans le nouveau travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me propose de présenter la suite de mes recherches relatives à la dilatation des corps solides par la chaleur, et principalement des corps cristallisés.

» Ayant soumis à l'observation un grand nombre de corps nouveaux, les ayant étudiés dans des directions variées, afin de mettre en évidence une loi générale qui paraît régir ces phénomènes; étant en outre parvenu, dans ces derniers temps, à observer avec sûreté, grâce aux savants conseils de M. Des Cloizeaux, des cristaux plus complexes appartenant aux formes obliques, je puis essayer aujourd'hui d'exposer avec plus de détails, et avec la sanction de l'expérience, les vues théoriques énoncées dans le premier Mémoire (séances des 21 et 28 mai 1866).

» Mais il convient d'abord de faire quelques remarques et de poser quelques principes, propres à écarter les objections qui pourraient être faites relativement à la régularité et à la constance des phénomènes dont il s'agit.

» Toutes les observations s'accordent à montrer que le phénomène du changement de volume d'un corps par la chaleur, que ce soit une dilatation ou une contraction, se produit toujours d'une manière continue et avec une régularité tout à fait semblable à celle des changements de la température, les mêmes volumes correspondant d'une manière toujours constante et identique aux mêmes températures.

» On doit donc rejeter toute supposition de variations subites, accidentelles et pour ainsi dire capricieuses, dans ce genre de phénomènes, aussi bien que l'existence de variations lentes qui se produiraient avec le temps dans la valeur numérique des coefficients de dilatation.

» Je puis citer, à l'appui de l'invariabilité de ces coefficients, deux déterminations faites avec des soins particuliers, à une année d'intervalle, sur un même cristal de quartz posé sur le même trépied de platine, ce dernier ayant subi dans cet intervalle de temps plusieurs centaines d'alternatives de températures comprises entre 7 et 80 degrés. Ces deux coefficients correspondent à la direction de l'axe du cristal :

1re détermination. . . . $\alpha = 0,0000078118$;
2e détermination. . . . $\alpha = 0,0000078117$.

» Lorsque j'ai cherché, dans le précédent travail déjà cité, à coordonner les phénomènes alors connus concernant la dilatation des cristaux appartenant aux divers systèmes cristallins, le nombre encore trop limité des observations pouvait bien faire entrevoir une loi simple et générale, mais ne permettait pas de l'établir encore avec une rigueur suffisante; cependant, guidé par les analogies qui déjà apparaissaient avec évidence entre les caractères principaux de ces phénomènes et ceux que présentent

les phénomènes de propagation lumineuse et calorifique dans leurs rapports avec la symétrie générale des cristaux, je suis entré dans la voie qui depuis longtemps nous a été ouverte par les célèbres travaux de Fresnel sur la propagation de la lumière dans les cristaux, voie déjà suivie avec succès par Senarmont à l'occasion de ses découvertes sur l'inégale propagation de la chaleur dans les mêmes corps. Et de même que pour ces deux classes de phénomènes, on est parvenu à lier entre eux tous les faits observés par des considérations géométriques très-générales; de même pour les phénomènes de dilatation, on peut, par des considérations analogues, exprimer la loi des variations qui se manifestent dans les valeurs numériques des dilatations, lorsqu'on les considère suivant des directions diverses. Il y a donc trois ordres de phénomènes physiques bien distincts, qui peuvent être rattachés à des vues théoriques analogues : ce sont la propagation de la lumière et la propagation de la chaleur à travers les cristaux, enfin la dilatation par la chaleur du corps cristallisé lui-même; et ces vues théoriques sont précisément de la nature de celles dont les géomètres font usage lorsqu'ils étudient des surfaces ellipsoïdales. A la vérité, un même principe sert de point de départ commun dans l'explication théorique de ces trois ordres de phénomènes, c'est la considération de trois directions principales ou axes rectangulaires doués de propriétés physiques et géométriques bien définies, et autour desquels se rattachent comme des conséquences rigoureuses et dans leurs manifestations les plus variées l'ensemble des phénomènes.

» Je dois seulement ici chercher à définir et à préciser la notion de ces axes relativement aux phénomènes de dilatation qui nous occupent, et je rapporterai ensuite un certain nombre d'expériences qui démontreront, je pense, avec évidence que ces axes correspondent à des propriétés physiques réelles et bien distinctes qui ne permettent pas de les considérer comme une simple fiction géométrique, propre à grouper empiriquement les données de l'observation. Ils seront désignés désormais sous le nom d'*axes de dilatation*. L'expression d'*axes d'élasticité* employée dans le premier Mémoire étant devenue insuffisante par suite des résultats observés dans les cristaux obliques, on verra en effet plus loin que, dans ces cristaux, les trois espèces d'axes propres aux trois ordres de phénomènes mentionnés plus haut ne sont plus superposés comme dans les autres systèmes cristallisés, mais qu'ils y sont en réalité séparés les uns des autres à des distances angulaires souvent considérables.

» On a montré dans le premier Mémoire que si l'on cherche à exprimer

d'une manière générale la valeur de la dilatation d'un cristal suivant une direction quelconque rapportée à trois axes rectangulaires de dilatation, on parvient à une formule très-simple renfermant seulement les carrés des cosinus des angles faits avec les trois axes, ainsi que les trois coefficients principaux de dilatation correspondant à ces axes.

» Mais il importe de remarquer que le raisonnement qui a conduit à ce résultat repose en réalité sur le principe suivant :

» Quelque complexe que soit la forme cristalline, quelque variées que soient les dilatations observées dans les diverses directions du cristal, que ce soit même ici des contractions, là des dilatations, il n'existe véritablement que trois dilatations primitives, distinctes, indépendantes les unes des autres et se manifestant seulement dans trois directions fixes, orientées entre elles à angles droits; ce sont les trois axes de dilatation. Dans toute autre direction que celles-là, on n'observera que les effets simultanés de ces trois dilatations primitives, lesquelles se manifesteront toujours individuellement, suivant leurs intensités et leurs directions propres et d'une manière constante pour l'unité de longueur.

» On peut ajouter que toutes les parties élémentaires du cristal étant identiques entre elles, ces axes ne sont pas représentés par trois lignes de situation déterminée dans l'intérieur du cristal, mais en réalité par trois systèmes rectangulaires de lignes parallèles considérées dans chacun des points intérieurs.

» Pour achever d'énoncer ce qui paraît essentiel dans ces propriétés singulières qui semblent révéler en quelque sorte une disposition trinaire dans les éléments de la matière cristallisée, il reste à dire en quoi chacune des trois dilatations principales doit différer de toute autre dilatation résultante, ou, en d'autres termes, quel est le caractère distinctif d'un axe de dilatation.

» Que l'on imagine une sphère isolée dans la matière du cristal à une certaine température, si l'on vient à l'échauffer, la sphère se dilatera inégalement suivant ses divers rayons, et sa forme deviendra ellipsoïdale dans le cas le plus général; mais il y aura toujours trois diamètres rectangulaires entre eux aux extrémités desquels le déplacement d'un point situé sur la surface de la sphère se fera suivant une direction radiale, c'est-à-dire suivant le prolongement du rayon lui-même et sans déviation latérale.

» C'est là le véritable caractère des axes de dilatation et le principe de la construction géométrique d'où l'on a déduit, dans le premier Mémoire, la formule que nous examinons ici.

» Je vais maintenant rapporter les résultats des expériences qui ont été faites pour contrôler dans plusieurs de ses conséquences les plus importantes l'exactitude de la formule générale, en s'attachant à rechercher dans les divers systèmes cristallins les phénomènes les plus décisifs et les plus accessibles à l'observation.

» Désignant par D le coefficient de dilatation suivant une direction quelconque donnée par les angles δ, δ', δ'' que fait cette direction avec les trois axes de dilatation, et appelant α, α', α'' les trois coefficients de dilatation correpondant aux trois axes, on a la relation suivante

$$(1) \qquad D = \alpha \cos^2 \delta + \alpha' \cos^2 \delta' + \alpha'' \cos^2 \delta'',$$

mais on a en même temps la relation connue qui exprime que les trois angles δ, δ', δ'' sont rapportés à trois axes rectangulaires :

$$(2) \qquad \cos^2 \delta + \cos^2 \delta' + \cos^2 \delta'' = 1.$$

» Système cubique. — Les caractères généraux et les propriétés de ce système cristallin conduisent à considérer les trois dilatations principales comme égales entre elles, c'est-à-dire

$$\alpha = \alpha' = \alpha'',$$

alors l'équation (1) devient

$$D = \alpha(\cos^2 \delta + \cos^2 \delta' + \cos^2 \delta''),$$

et, à cause de l'équation (2),

$$D = \alpha,$$

c'est-à-dire que la dilatation est constante, indépendante de la direction considérée et toujours égale à celle qui a lieu suivant les axes dont la situation ne peut être révélée par aucune différence dans les dilatations, et doit être considérée comme indéterminée. Voici plusieurs observations qui se rapportent à des cristaux de ce système. Ces nombres et les suivants représentent la dilatation linéaire pour l'unité de longueur, pour 1 degré, et pour le point $\theta = 40$ degrés de l'échelle thermométrique.

» *Spath fluor.* — Normalement à une face du clivage octaédrique

$$\alpha = 0{,}0000\,1911,$$
$$\alpha = 0{,}0000\,1910;$$

sur une face du cube (autre cristal)

$$\alpha = 0{,}0000\,1910,$$

sur une face taillée inclinée de 5 degrés sur une face du cube (autre cristal)

$$\alpha = 0{,}0000\,1915.$$

» *Galène.* — Normalement à une face du clivage cubique

$$\alpha = 0{,}0000\,2014,$$

sur une face octaédrique taillée

$$\alpha = 0{,}0000\,2014.$$

» *Pyrite cubique.* — Normalement à une face naturelle du cube

$$\alpha = 0{,}0000\,0907,$$

sur une face taillée dans un groupe de cristaux du Pérou sans orientation commune

$$\alpha = 0{,}0000\,0908.$$

» *Cuivre oxydulé.* — Normalement à une face du dodécaèdre rhomboïdal

$$\alpha = 0{,}0000\,0093,$$

sur une face située à 90 degrés de la précédente

$$\alpha = 0{,}0000\,0093,$$

sur une face taillée dans un groupe de cristaux sans orientation commune

$$\alpha = 0{,}0000\,0093.$$

» Système du prisme droit a base carrée et système hexagonal ou rhomboédrique. — Ces deux systèmes, distincts sous le rapport cristallographique, se confondent par des caractères communs relativement aux phénomènes optiques, à la conductibilité calorifique et au mode de dilatation, ce qui paraît dépendre de la structure symétrique qu'ils présentent autour d'un axe cristallographique principal. Les dilatations sont ici différentes dans les diverses directions, et des raisons tirées de la symétrie de la structure font voir que l'un des axes de dilatation doit coïncider avec l'axe cristallographique principal, les deux autres lui étant perpendiculaires; si l'on admet par les mêmes raisons de symétrie l'égalité des coefficients correspondant à ces deux derniers axes de dilatation, ou $\alpha' = \alpha''$, l'équation (1) deviendra

$$D = \alpha \cos^2\delta + \alpha'(\cos^2\delta' + \cos^2\delta'');$$

mais l'équation (2) donne

$$\cos^2\delta' + \cos^2\delta'' = 1 - \cos^2\delta = \sin^2\delta,$$

on aura donc (α étant la dilatation pour le premier axe)

$$D = \alpha \cos^2 \delta + \alpha' \sin^2 \delta. \tag{3}$$

» En considérant une direction quelconque normale au premier axe, ce qui donne

$$\delta = 90^\circ, \quad \cos^2 \delta = 0, \quad \sin^2 \delta = 1,$$

l'équation se réduit à

$$D = \alpha',$$

c'est-à-dire que dans toute direction normale au premier axe (lequel se confond avec l'axe de symétrie) la dilatation est constante, et qu'il n'est pas possible de distinguer les axes de dilatation.

» Pour toute direction faisant avec le premier axe le même angle $\delta = 54^\circ 44'$, on a

$$\cos^2 \delta = \frac{1}{3} \quad \text{et} \quad \sin^2 \delta = \frac{2}{3},$$

et l'équation (3) devient

$$D = \frac{\alpha + 2\alpha'}{3},$$

ce qui est précisément l'expression de la dilatation linéaire moyenne du cristal.

» Des expériences variées ont été faites sur diverses espèces de cristaux, afin de vérifier l'exactitude de cette propriété remarquable, qui se déduit de la théorie, propriété que l'on peut énoncer ainsi : Tous les cristaux affectant la forme de prismes droits, de rhomboèdres, d'hexagones réguliers ou de dérivés quelconques de ces formes doivent présenter une certaine direction angulaire (la même pour tous les cristaux) faisant avec l'axe cristallographique principal un angle de $54^\circ 44'$ $\left(\text{angle pour lequel } \cos^2 \delta = \frac{1}{3}\right)$, et suivant cette direction, on doit trouver précisément le tiers de la dilatation cubique, ou la dilatation linéaire moyenne pour chaque cristal.

» On a fait voir antérieurement que, dans le cas le plus général, cette condition doit être satisfaite par les normales aux faces d'un octaèdre régulier convenablement orienté; or, dans le cas qui nous occupe, cet octaèdre de dilatation moyenne doit être conçu comme ayant un de ses axes coïncidant avec l'axe principal du cristal, les deux autres pouvant être orientés d'une manière quelconque.

» Pour faire cette comparaison décisive entre l'expérience et le résultat déduit de la théorie, il faut évidemment mesurer trois dilatations α, α', α^m, dans les trois directions suivantes : la première parallèle, la seconde per-

pendiculaire à l'axe cristallographique principal; la troisième, suivant l'angle de 54°44′ avec ce même axe, les deux dernières directions pouvant être orientées dans un azimut quelconque autour du même axe.

» Dans ces circonstances, la dilatation cubique sera

$$\alpha^{\text{cub}} = \alpha + 2\alpha',$$

la dilatation linéaire moyenne

$$\alpha^{\text{lin}} = \frac{\alpha + 2\alpha'}{3},$$

et la théorie ne sera satisfaite que si cette dernière valeur coïncide avec la valeur trouvée directement pour α^{m}, c'est-à-dire si l'on a

$$\alpha^{\text{m}} = \alpha^{\text{lin}}.$$

» Voici les résultats des observations :

» α est la dilatation suivant l'axe cristallographique principal;

» α' suivant la normale à ce même axe;

» α^{lin} la dilatation linéaire moyenne déduite de α et de α';

» α^{m} la dilatation observée suivant l'angle de 54°44′, avec une incertitude de 5′ à 10′ dans la taille du cristal (*).

» *Zircon de Sibérie.* (Prisme droit à base carrée.)

$$\alpha = 0{,}0000\,0443$$
$$\alpha' = 0{,}0000\,0233$$
$$\alpha^{\text{lin}} = 0{,}0000\,0303$$
$$\alpha^{\text{m}} = 0{,}0000\,0304$$

» *Émeraude* (*Béryl*). (Hexagonal.)

$$\alpha = -\,0{,}0000\,0106$$
$$\alpha' = 0{,}0000\,0137$$
$$\alpha^{\text{lin}} = 0{,}0000\,0056$$
$$\alpha^{\text{m}} = 0{,}0000\,0057$$

» *Spath d'Islande.* (Rhomboédrique.)

$$\alpha = 0{,}0000\,2621$$
$$\alpha' = -\,0{,}0000\,0540$$
$$\alpha^{\text{lin}} = 0{,}0000\,0514$$
$$\alpha^{\text{m}} = 0{,}0000\,0507$$

(*) Je dois ici rendre un nouveau témoignage à l'habileté remarquable et au zèle intelligent avec lesquels M. Henri Soleil a exécuté les tailles de cristaux souvent très-délicates que ces recherches exigeaient.

» *Quartz*. (Rhomboédrique.)

$$\alpha\ \ = 0,0000\,0781$$
$$\alpha'\ = 0,0000\,1419$$
$$\alpha^{\text{lin}} = 0,0000\,1206$$
$$\alpha^{\text{m}}\ = 0,0000\,1206$$

» *Bismuth*. (Rhomboédrique.)

$$\alpha = 0,0000\,1621$$
$$\alpha' = 0,0000\,1208$$

» La troisième observation a été faite normalement à une face naturelle du rhomboèdre, c'est-à-dire suivant un angle de 56°24′ avec l'axe principal. Le calcul correspondant a été fait au moyen de la formule (3) :

Calcul. . . . . $\alpha = 0,0000\,1334$
Observation . . . . . . $\alpha = 0,0000\,1338$

» SYSTÈME DU PRISME RHOMBOÏDAL DROIT (*rhombique*). — La situation des axes de dilatation devant être toujours subordonnée à la structure cristalline, on doit admettre qu'à des directions identiques sous le rapport de la symétrie des faces correspondent des dilatations identiques, principe qui conduit immédiatement à fixer la situation des trois axes de dilatation, dans ce système, parallèlement aux trois axes cristallographiques.

» Que l'on imagine en effet un parallélipipède rectangle construit sur les trois axes cristallographiques comme arêtes ; on voit immédiatement que, pendant la dilatation de ce solide, le déplacement d'un point quelconque situé sur une de ses faces ne peut avoir lieu que parallèlement à l'arête normale à cette face et sans déviation latérale, ce qui est le caractère de la dilatation axiale ; car, s'il en était autrement et si le déplacement se faisait suivant une certaine direction inclinée, il suffirait de retourner le cristal de 180 degrés par un mouvement hémitrope, effectué dans le plan de la face considérée, pour retrouver une autre direction dont les rapports cristallographiques seraient les mêmes, et selon laquelle par conséquent la même inclinaison devrait également se produire.

» Le même genre de considération peut être employé pour déterminer la situation du premier axe dans le prisme droit à base carrée, précédemment considéré, ainsi que dans le prisme hexagonal ; pour le cas du rhomboèdre, on arrive à une conclusion analogue en attribuant seulement au cristal deux rotations successives de 120 degrés.

» Une prochaine communication sera consacrée à compléter ce qui con-

cerne le système rhomboïdal droit et à considérer le système rhomboïdal oblique. »

CHIMIE. — *Sur l'occlusion du gaz hydrogène par les métaux;* *par* **M. Th. Graham.**

« Dans les expériences que j'ai déjà publiées sur l'occlusion de l'hydrogène par le palladium, le platine et le fer, j'ai constaté que l'absorption du gaz était très-incertaine à basse température, mais qu'elle ne manquait pas de se produire toutes les fois qu'on chauffait le métal, soit sous la forme d'éponge, soit à l'état de masse agrégée sous le marteau, et qu'on la laissait refroidir lentement et complétement dans une atmosphère d'hydrogène. J'ai attribué ce fait à la nécessité d'employer une surface métallique absolument pure, condition essentielle à la première action absorbante, ainsi que cela a lieu, d'après l'observation de Faraday, pour la feuille ou le fil de platine, lorsqu'ils déterminent la combustion d'un mélange gazeux d'oxygène et d'hydrogène. Une nouvelle méthode de charger d'hydrogène ces métaux sous l'influence d'une basse température s'est présentée récemment et ne manque pas d'intérêt.

» Lorsqu'on met une plaque de zinc dans l'acide sulfurique étendu, l'hydrogène se dégage abondamment de la surface du métal; mais il ne se produit dans cette expérience aucune occlusion ni rétention du gaz. On devait s'attendre, dans ce cas, à un résultat négatif à cause de la structure cristalline du zinc. Mais qu'on plonge une feuille de palladium dans le même acide, et qu'on le mette en contact avec le zinc, et il se charge aussitôt fortement de l'hydrogène qui se transporte alors à sa surface. La charge absorbée en une heure par une plaque de palladium assez épaisse, à la température de 12 degrés, s'éleva à 173 fois son volume.

» L'absorption de l'hydrogène fut plus frappante encore lorsqu'on se servit de la plaque de palladium comme d'électrode négative plongeant dans l'eau acidulée d'une pile de Bunsen de six cellules. Tandis que l'oxygène se dégageait vivement au pôle positif, l'effervescence au pôle négatif était entièrement suspendue pendant vingt secondes, à cause de l'occlusion de l'hydrogène par le palladium. La quantité absorbée s'éleva à $200^{\text{vol}},4$, et dépassa de beaucoup la quantité d'hydrogène absorbée par la même plaque chauffée, puis refroidie dans une atmosphère du gaz, savoir 90 volumes. Il est digne de remarque que l'hydrogène, bien qu'il pénètre et imprègne sans doute toute la masse du palladium, ne montre pourtant

aucune tendance à quitter le métal et à s'échapper dans le vide, du moins à la température de son absorption. Ainsi, une plaque mince de palladium, chargée d'hydrogène par le procédé qu'on vient de lire, fut lavée, séchée dans un linge, puis scellée à la lampe dans un tube de verre purgé d'air. Lorsqu'au bout de deux mois on brisa le tube sous le mercure, on trouva que le vide était parfait. Aucune trace d'hydrogène ne s'était vaporisée à froid (environ 12 degrés); mais sous l'influence d'une température de 100 degrés et au-dessus, il se dégagea du métal 333 volumes du gaz.

» On obtint un résultat semblable en se servant d'un cylindre creux de palladium, de 115 millimètres de long, 12 millimètres de diamètre, et 1 millimètre d'épaisseur, comme d'électrode négative plongeant dans l'eau acidulée, et en maintenant le vide dans la cavité du cylindre au moyen d'un aspirateur Sprengel. Il ne pénétra dans cette cavité vide aucune trace d'hydrogène, même au bout de plusieurs heures, quoique le gaz fût sans aucun doute absorbé en quantité considérable par la surface extérieure du cylindre, et qu'il en imprégnât toute la masse.

» Il paraît donc que, lorsque l'hydrogène est absorbé par le palladium, la volatilité du gaz se trouve entièrement supprimée, et qu'il peut exister en quantité considérable dans les métaux sans manifester aucune tension sensible à basse température. L'hydrogène à l'état d'occlusion cesse par conséquent d'être un gaz, quelle que soit d'ailleurs l'idée qu'on se fait de sa condition physique. On arriva à la même conclusion par une autre série d'expériences qui démontrèrent que, pour être *occlus* par le palladium et même par le fer, l'hydrogène n'exige pas une forte pression, mais qu'au contraire il est encore facilement absorbé par les métaux lorsqu'il se trouve à un haut degré de raréfaction.

» Il est facile d'extraire l'hydrogène occlus par le palladium en renversant la position de ce dernier dans la cellule décomposante, de manière à faire dégager l'oxygène sur la surface du métal. L'extraction de l'hydrogène est aussi rapide que l'avait été auparavant son occlusion par le palladium; le métal est complétement privé de gaz par ce traitement. Lorsqu'on abandonne à l'air le palladium chargé d'hydrogène, il arrive souvent qu'il s'échauffe subitement et perd ainsi complétement son gaz par l'oxydation spontanée.

» Le platine peut, ainsi que le palladium, se charger d'hydrogène par l'action voltaïque; mais, comme d'habitude, la proportion du gaz est moindre. La quantité d'hydrogène absorbée dans une cellule voltaïque par du vieux platine sous forme de tube, de l'épaisseur d'un petit creuset ordi-

naire, fut égale à $2^{vol},19$. On réussit également à chasser le gaz du platine et à l'oxyder, en renversant la place du platine dans la cellule décomposante. L'hydrogène occlus communiqua, dans ce cas, au platine son pouvoir polarisant bien connu, propriété que conserva le métal après avoir été lavé à l'eau pure, essuyé dans un linge et mis en action par le contact avec l'acide étendu. Le degré de chaleur nécessaire pour chasser l'hydrogène ainsi absorbé par le platine se trouva très-rapproché du rouge, quoique l'absorption du gaz eût eu lieu à basse température.

» Le fer doux, abandonné pendant quelque temps en contact avec un acide dilué, absorba 0,57 de son volume d'hydrogène. Cette charge fut retenue à basse température, et ne s'échappa dans le vide qu'après que la température eut été portée presque au rouge. Cette expérienee démontre que le fer, comme le platine, ne se laisse pas pénétrer par l'hydrogène à froid, la température nécessaire pour l'émission du gaz étant très-élevée (1).

» Tandis que l'hydrogène fut absorbé en quantité considérable par le platine et par le palladium agissant comme électrodes négatives, on n'observa aucune absorption d'oxygène par des plaques des mêmes métaux jouant le rôle d'électrodes positives. L'oxygène se dégagea en abondance de la surface de ces derniers sans s'y condenser. Une plaque de platine qui avait servi pendant plusieurs heures d'électrode positive, soumise ensuite à l'action de la chaleur dans le vide, donna une petite trace d'acide carbonique, mais point d'oxygène.

» La propriété bien connue de l'éponge de platine (ou d'une feuille bien nettoyée) d'enflammer un jet d'hydrogène au contact de l'air paraît dépendre uniquement de l'influence exercée par le métal sur son hydrogène occlus. L'hydrogène semble se polariser, tandis que son attraction pour l'oxygène devient beaucoup plus vive. En soumettant à l'Académie l'explication suivante du phénomène, qu'il me soit permis de réclamer son indulgence à cause du caractère purement spéculatif de l'hypothèse. La molécule gazeuse de l'hydrogène étant envisagée comme une association de deux atomes, un hydrure d'hydrogène, il s'ensuit que c'est l'attraction du platine pour l'atome négatif ou chloryleux de la molécule d'hydrogène qui

(1) Dans l'ingénieuse expérience de M. Cailletet, il est vrai qu'une mince feuille de fer est pénétrée par l'hydrogène à froid, mais seulement, à ce qu'il semblerait, à la faveur de l'action pénétrante de l'acide qui s'insinue en même temps dans les pores du métal. (*Comptes rendus*, 4 mai 1868.)

attache ce dernier au métal. Il y a tendance, imparfaitement satisfaite, à la formation d'un hydrure de platine. La molécule hydrogène est, en conséquence, polarisée, orientée avec sa face positive ou basyleuse tournée en dehors, et son attraction pour l'oxygène reçoit en même temps une vive impulsion. Il est vrai que les deux atomes d'une molécule d'hydrogène sont considérés comme inséparables, mais cette manière de voir n'est pas incompatible avec le remplacement des atomes enlevés pour satisfaire aux affinités de l'oxygène, par d'autres atomes d'hydrogène provenant des molécules environnantes. Il est seulement nécessaire d'admettre qu'une paire de molécules d'hydrogène contiguës réagit à la fois sur une seule molécule d'oxygène extérieur. Elles formeraient de l'eau et laisseraient pourtant une paire d'atomes, ou une seule molécule d'hydrogène, encore attachée au platine.

» L'oxydation de l'alcool, de l'éther et de corps analogues, sous l'influence du platine, paraît être aussi, dans chaque cas, une conséquence immédiate de la polarisation de l'hydrogène ou de quelque autre principe oxydable contenu dans ces substances, comme cela arrive dans la combustion de l'hydrogène lui-même.

» Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, de ce qu'un gaz est absorbé par un métal à basse température, il ne s'ensuit pas qu'il doive s'en échapper dans le vide à la même température; il faut souvent un degré de chaleur bien plus élevé pour son expulsion que pour sa première absorption. Cela est surtout vrai de l'oxyde carbonique occlus par le fer. La fonte est beaucoup trop poreuse pour de pareilles expériences, et livre un passage facile à l'oxyde carbonique, comme aux autres gaz, par l'action de la diffusion gazeuse. Même avec le fer malléable il y a une difficulté d'observation, à cause de la durée du temps pendant lequel ce métal continue à dégager l'oxyde carbonique provenant de sa provision naturelle de ce gaz. Mais un tube de fer malléable, d'abord privé de son gaz naturel, n'abandonna que très-lentement l'oxyde carbonique dans le vide (comparativement à l'hydrogène), quoique le volume d'oxyde carbonique que ce métal est susceptible d'absorber soit considérable, se montant à 4 volumes, ce qui dépasse le volume d'hydrogène occlus par le même métal. L'oxyde carbonique ne commença à traverser sensiblement le fer de $1^{mm},7$ d'épaisseur qu'après que la température eut atteint une élévation considérable, et alors le passage du gaz par minute s'éleva

Pour l'oxyde carbonique, à une bonne chaleur rouge...	à	$0^{cc},284$	par mètre carré.
Pour l'hydrogène.	»	$76^{cc},500$	»

C'est le palladium qui permet d'étudier avec le plus d'avantages la condition de l'hydrogène à l'état d'occlusion dans un métal colloïdal, la proportion du gaz absorbé étant considérable. Sous la forme de poudre spongieuse, le palladium absorba 655 volumes d'hydrogène, et ainsi chargé ne laissa rien échapper dans le vide à la température ordinaire, mais seulement après que la chaleur eut été élevée à près de 100 degrés. La feuille de palladium forgé absorbe tout autant de gaz. Mais la condition la plus favorable à l'absorption s'obtient lorsqu'on précipite le palladium d'une solution d'environ 1,6 pour 100 de son chlorure, sous forme de métal compacte par l'action de la pile. Le palladium n'est pas du nombre des métaux qui se précipitent facilement de cette manière. Mais on l'obtient pourtant à l'état de lamelles brillantes, en se servant d'un fil mince de platine et d'une seule grande cellule. Le palladium se détache au bout d'un certain temps et présente une surface métallique d'un blanc éclatant du côté qui se trouvait en contact avec le platine, et une surface terne, rappelant l'arsenic métallique, sur la face exposée à l'acide. Ainsi préparé, il ne contient pas d'hydrogène occlus. Mais les minces pellicules métalliques, chauffées à 100 degrés dans l'hydrogène, et abandonnées ensuite pendant une heure à un refroidissement lent dans le même gaz, renfermaient $982^{vol},14$ de gaz mesurés à la température de 11 degrés sous une pression barométrique de 756 millimètres. C'est l'absorption d'hydrogène la plus considérable que j'aie observée. Le palladium ainsi chargé laisse échapper dans le vide, mais avec une lenteur extrême, quelques traces d'hydrogène à la température ordinaire. Il est représenté en poids par les nombres

Palladium, 1,0020, ...	$99^{gr},27$
Hydrogène, 0,0073, ...	0 ,72
	100,00

soit dans la proportion de l'équivalent de palladium pour 0,772 équivalent d'hydrogène (1), ou approximativement d'équivalent à équivalent, PdH. Mais l'idée d'une combinaison chimique définie est inadmissible pour plusieurs raisons. Il ne se produit aucun changement visible dans le palladium après son association avec l'hydrogène. Les hydrures de certains métaux sont d'ailleurs connus, tels que l'hydrure de cuivre (Wurtz) et l'hydrure de fer (Wanklyn), mais ce sont des substances brunes, pulvérulentes, ne possédant aucune des propriétés des métaux. On réussit à préparer l'hydrure de palladium lui-même, mais on ne peut le conserver à

(1) $H = 1$, $Pd = 106,5$.

cause de sa grande instabilité. En se conformant au procédé de M. Wurtz pour la préparation de l'hydrure de cuivre, on fit bouillir du nitrate de palladium dans l'acide sulfurique, et on obtint ainsi un sel rouge cristallin, le sulfate de palladium. On traita une solution de ce sel dans un excès d'acide sulfurique par l'hyposulfite de soude. Il se précipita une poudre noire qui se décomposa bientôt à 0 degré, en dégageant une quantité considérable de gaz hydrogène. Le résidu final était du palladium pur, ayant l'aspect noir amorphe habituel, sans aucune trace de cristallisation. Il est singulier que ce précipité de palladium ne contienne pas d'hydrogène occlus, même après avoir été chauffé, et exposé à une atmosphère d'hydrogène à la manière ordinaire; le noir de palladium ainsi préparé n'absorbe aucune quantité appréciable de ce gaz.

» Je suis donc porté à croire que le passage de l'hydrogène au travers d'un métal est toujours précédé de la condensation ou occlusion du gaz. Il faut admettre cependant que la rapidité de pénétration n'est pas proportionnelle au volume du gaz occlus, autrement le palladium serait beaucoup plus perméable à basse qu'à haute température. Une plaque de ce métal fut à peu près complétement épuisée d'hydrogène à 267 degrés; mais elle n'en resta pas moins perméable; elle augmenta même en perméabilité à des températures plus élevées encore, sans pour cela devenir perméable en même temps à d'autres gaz. Dans une expérience frappante, on fit passer un mélange, à volumes égaux, d'hydrogène et d'acide carbonique au travers d'un petit tube de palladium dont le diamètre intérieur était de 3 millimètres et l'épaisseur de la paroi de $0^{mm},30$. De la surface extérieure de ce tube, le gaz se dégage dans le vide, à la température du rouge, avec l'énorme vitesse de $1017^{cc},54$ par minute et par mètre carré. Ce gaz ne troublait pas l'eau de baryte : c'était de l'hydrogène pur.

» La quantité d'hydrogène retenue par le métal à ces hautes températures peut n'être plus appréciable; mais je pense néanmoins qu'il y existe et qu'il passe au travers du métal par une sorte de cémentation rapide. Cette extrême mobilité est une singulière propriété de l'hydrogène, qui se rattache à la découverte fondamentale, par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, du passage de ce gaz au travers des plaques de fer et de platine à de hautes températures. Le rapide passage du même gaz à travers une feuille mince de caoutchouc paraît plus susceptible d'une explication fondée sur des principes reconnus.

» Le caoutchouc de moins de 1 millimètre d'épaisseur, et préalablement imprégné d'hydrogène, perd entièrement son gaz par la plus courte exposi-

tion à l'air. Un tube de 2 millimètres d'épaisseur, au travers duquel on fit passer l'un après l'autre, pendant une heure, un courant d'hydrogène et d'acide carbonique, retenait :

	vol
D'hydrogène	0,0113
D'acide carbonique	0,2200

L'absorption est donc dans la proportion de 1 d'hydrogène pour 20 d'acide carbonique; mais la vitesse comparative des deux gaz à travers une feuille de caoutchouc est comme 1 d'hydrogène à $2\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, c'est-à-dire que l'hydrogène se meut avec une rapidité huit fois plus grande que celle indiquée par la densité de sa solution. Mais les diffusibilités de ces deux gaz diffèrent entre elles comme 1 d'acide carbonique est à 4,7 d'hydrogène. Le rapide passage de l'hydrogène au travers du caoutchouc s'explique donc en partie par la rapidité avec laquelle le gaz est amené à l'une des surfaces de la feuille et enlevé à l'autre par l'effet de la diffusion gazeuse. De plus, les deux gaz passent au travers de la substance du caoutchouc en vertu de leur diffusibilité *comme liquides*. Si l'on suppose que la diffusibilité de l'hydrogène sous cette forme dépasse autant celle de l'acide carbonique que lorsque les deux substances sont à l'état gazeux, on aura alors, ce semble, une explication satisfaisante du passage rapide de l'hydrogène au travers du caoutchouc.

» La diffusion liquide influe également sur la rapide dissémination de l'hydrogène à haute température à travers un métal colloïdal mou, comme le palladium ou le platine. On sait que la diffusion liquide des sels dans l'eau est six fois plus rapide à 100 degrés qu'à zéro. Si la diffusion de l'hydrogène liquide augmente avec la température dans la même proportion, ce doit être un mouvement bien rapide à la chaleur rouge. Quoique la quantité absorbée puisse être réduite (ou le passage rétréci), il se peut aussi que l'écoulement du liquide augmente ainsi de vitesse. Tous ces phénomènes semblent compatibles avec la solution de l'hydrogène liquide dans le métal colloïdal. L'affinité dissolvante des métaux paraît se borner à l'hydrogène et à l'oxyde carbonique; ils ne sont pas pénétrés d'une manière appréciable par d'autres gaz. »

GÉOLOGIE. — *Sur les phénomènes récents du Vésuve*. Lettre de **M. de Verneuil**, communiquée par M. d'Archiac.

« Milan, 17 mai.

» Quand j'ai visité le Vésuve en avril 1865, le cratère, mesuré au pas,

pouvait avoir 700 à 800 mètres de circonférence (1). Au milieu s'élevait un cône d'environ 15 à 20 mètres de hauteur qui projetait une grande quantité de cendres et de *lapilli*. La profondeur du cratère était d'environ 60 à 70 mètres et tendait à se combler par suite d'éruptions incessantes de laves et de scories.

» En avril 1866, le cratère n'avait plus que 30 à 40 mètres; j'y descendis bien plus facilement que l'année précédente, car les éruptions de lave avaient cessé et le petit cône n'émettait plus que des gaz.

» L'éruption du 12 novembre dernier est une reprise, sur une plus grande échelle, des opérations qui avaient lieu en 1865. Les laves, plus abondantes, ont rapidement comblé le cratère dont la capacité ne suffisait plus à les contenir, et se sont déversées principalement sur les pentes nord et nord-ouest qui font face à l'Atrio del Cavallo et à Resina.

» Le petit cône intérieur, que j'avais vu grandir successivement, a pris un grand développement et est devenu le cône qui couronne aujourd'hui le Vésuve. Il n'est composé que de cendres et de blocs projetés, et présente la pente rapide que prennent, en pareil cas, les matières meubles rejetées par les volcans. J'ai eu de la peine à le gravir; mais j'y ai réussi et en ai mesuré la hauteur avec un bon baromètre Fortin que j'avais comparé à celui de l'observatoire de M. Palmieri. Il a environ 64 mètres.

» Il se termine par un cratère, au fond duquel j'ai cru distinguer, au milieu de la fumée, deux protubérances d'où sortent des vapeurs et, de temps à autre, des masses de cendres et de pierres. Celles-ci roulent au pied du cône et en élargissent la base, ce qui explique comment, malgré cette surélévation de 64 mètres, le cratère actuel paraît avoir une circonférence peu inférieure à l'ancien.

» Le point le plus élevé des bords du nouveau cratère est situé au sud-ouest, du côté de Torre del Greco; c'est celui que nous avons mesuré; c'est aussi celui dont l'ascension offre le moins de dangers, les projections de pierres ayant cessé de ce côté et ayant lieu aujourd'hui principalement du côté opposé, qui est moins élevé.

» Quelquefois le Vésuve offre au sommet deux colonnes de vapeurs, dont l'une est blanche et l'autre noire; cette dernière se trouve du côté oriental, là où des cendres, des fragments de lave et des bombes sont à chaque

(1) En juin 1867, le cratère, mesuré à la roulette par M. Mauget, avait 900 mètres. (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 899.)

instant projetées à de grandes hauteurs (100 ou 150 mètres au-dessus de l'orifice du cratère).

» C'est aussi de ce côté qu'on voyait, le 29 avril, lors de ma première ascension, une coulée de lave de 2 mètres de largeur, qui descendait de la base du cône adventif, dont je viens de parler, vers la partie orientale de l'Atrio del Cavallo.

» En général, c'est à la base de ce cône, qui masque les bords de l'ancien cratère, qu'ont pris naissance les coulées de lave de cette année. S'épanchant principalement vers le nord, elles ont traversé l'ancien plateau, où l'année dernière on voyait encore, en un point, les laves anciennes de la Punta del Palo, et un abri en pierres fort utile aux voyageurs, puis elles se sont répandues sur les pentes nord et nord-ouest du cône principal. Sous ces laves ont disparu les pentes couvertes de cendres qui rendaient autrefois la descente jusqu'à l'Atrio del Cavallo si rapide et si facile.

» Aujourd'hui on aborde le cône du Vésuve par une ancienne bouche d'éruption appelée la *Bocca del Francese*. On peut aller à cheval jusqu'à une demi-lieue plus loin que l'observatoire de M. Palmieri. Là, sans entrer, comme autrefois, dans l'Atrio del Cavallo, on commence l'ascension, qui dure près d'une heure. La descente se fait par le même chemin au milieu des blocs roulants, ce qui la rend pénible et fatigante. Quand on montait par l'Atrio del Cavallo, après avoir gravi le cône principal, on arrivait à une espèce de plateau ondulé qui, par une pente assez douce, conduisait au cratère. J'avais remarqué, en 1865 et en 1866, que le cratère n'était pas au milieu du plateau qui formait la sommité du Vésuve, mais qu'il était tellement porté vers le sud, que, de ce côté, son bord se confondait avec le bord même du grand cône. C'est exactement la place qu'occupe aujourd'hui le cône de cendre de 64 mètres qui s'est formé cette année. Du côté de Pompeï, sa pente s'unit à la pente de la montagne entière, tandis qu'au nord il en est séparé par le plateau ondulé dont je viens de parler, mais que des coulées de lave ont rendu méconnaissable. La plus grande partie de ce plateau fort accidenté est couverte d'efflorescences blanches de sulfate de chaux, qui de loin pourraient être prises pour un léger manteau de neige. On a rarement vu autant de gypse sur le Vésuve.

» Quant aux produits gazeux de la dernière éruption qui dure encore, les proportions d'acide sulfureux, d'acide chlorhydrique et de vapeur d'eau sont très-variables d'un jour à l'autre. Lors de ma seconde ascension, le 5 mai, les vapeurs acides étaient si abondantes, qu'il m'eût été difficile de faire le tour du cratère, comme je l'avais fait huit jours auparavant, malgré les

pluies de blocs qui tombaient autour de moi. Don Diego Franco, qui s'occupe de l'étude des produits gazeux avec les encouragements de notre collègue M. Ch. Sainte-Claire Deville et de M. Palmieri, dont il est l'aide, a observé un fait intéressant : c'est que, dans la dernière éruption, toutes les fumerolles, même les plus voisines du foyer principal, ont donné de l'acide carbonique. Il a fait en notre présence l'expérience suivante. Il a introduit le gaz d'une fumerolle dans un verre rempli d'eau de chaux; l'eau s'est troublée et est devenue blanche; puis le carbonate ainsi formé a été dissous avec effervescence par l'acide chlorhydrique qu'il y a introduit. Le point où nous avons recueilli le gaz était à 12 mètres du pied du cône; il était situé au-dessus d'une des coulées principales de cette année, qui, de la base du cône adventif, s'étendait à l'ouest vers Resina. La température en était encore assez haute pour que nous y ayons pu fondre du plomb.

» Les laves de cette année ont peu d'épaisseur, car elles ont coulé sur des pentes rapides; elles sont en général très-fragmentaires, très-scoriacées, et n'ont pas ces belles formes massives arrondies ou cordées qu'on admire dans la lave de 1858, qui a rempli le Fosso-Grande. Les fentes et les parois des fumerolles sont tapissées de beaucoup de fer oligiste et de sel commun blanc et pur. Je vous ai dit que toutes les coulées de cette année sont parties des bords supérieurs de l'ancien cratère, et se sont déversées sur les pentes nord et nord-ouest du Vésuve; une seule a fait exception, et a pris naissance au milieu de la hauteur de la montagne et sur sa pente méridionale en descendant vers Bosco-tre-Case. Le point par lequel est sortie la lave n'est marqué par aucune cavité ni bouche cratériforme. Quelques blocs déplacés de lave ancienne témoignent seuls des efforts que la lave a dû faire pour arriver au jour. De cet orifice il est sorti une masse considérable de lave, une grande coulée, pointue à son origine, s'élargissant progressivement vers son extrémité; elle peut avoir 400 mètres de longueur et se voit parfaitement du sommet du Vésuve, car il y a peu de coulées de ce côté, et sa couleur noire contraste avec la teinte grise des cendres anciennes, dont les pentes méridionales sont principalement composées.

» J'aurais été curieux de connaître exactement ce que l'éruption de cette année a ajouté à l'altitude du Vésuve. M. Schiavone, directeur du Bureau topographique, s'occupe de cette question. J'ignore la part qu'il faut attribuer aux laves dans cette surélévation; mais les mesures que j'ai prises démontrent que le cône de cendre et de *lapilli* récemment formé a ajouté à lui seul 64 mètres à son ancienne hauteur.

» Il est impossible d'être mieux accueilli que je ne l'ai été par les savants de

Naples qui s'occupent du Vésuve. Dans ma première ascension, j'ai été accompagné par MM. Palmieri, directeur de l'Observatoire, Guiscardi et Diego Franco, et dans ma seconde par ce dernier et par notre collègue le professeur Gosselet. »

M. Agassiz fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de publier et qui a pour titre : « Un voyage au Brésil ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur le blanchiment des tissus; par* **M. J. Kolb.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fremy, Decaisne, H. Sainte-Claire Deville.)

« Mes observations ont particulièrement porté sur le blanchiment des fils de lin; le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie comprend la première partie de ce travail, il developpe les résultats que m'a fournis l'étude du traitement du fil par les alcalis, et a pour objet de préciser la nature de la substance qui s'y dissout et porte les noms assez variés de résine, matière gommeuse, gomme-résine, matière saponifiable, etc.

» L'inspection microscopique m'a d'abord permis de constater que la matière gommeuse qui enveloppe uniformément le filament avant le rouissage disparaît après cette opération, pour faire place à des écailles inégalement disséminées et accrochées par leurs aspérités à la fibrille. Ces écailles, légèrement ambrées, se colorent davantage et se dissolvent totalement au contact des alcalis. Leur contexture amenait à supposer que le peignage doit en enlever mécaniquement une grande partie au fil; c'est un fait que le microscope et l'analyse rendent certain.

» L'analyse élémentaire du lin ne m'a rien appris; elle donne des chiffres qui devaient forcément se rapprocher de ceux de la cellulose. L'emploi des divers dissolvants usités en chimie organique m'a au contraire conduit à des conclusions certaines, par un enchaînement de faits que le cadre de cet extrait m'oblige à exposer un peu brièvement.

» Le fil après traitement par les alcalis laisse les lessives fortement colorées en brun : elles ont une certaine tendance à mousser; ce qui m'a conduit à l'idée d'une saponification et à l'essai, comme dissolvants, de l'alcool, de l'éther et des huiles essentielles. La matière colorante jaune y est complétement insoluble, et ces liquides n'enlèvent au fil qu'une matière grasse, blanche, de consistance cireuse, et une essence verte dont l'odeur pénétrante se retrouve affaiblie dans les lessives des blanchisseurs.

» Le tout ne constitue que 4,8 pour 100 du poids du fil et en forme la portion réellement saponifiable dans les alcalis caustiques : les carbonates alcalins, laissant au fil cette matière grasse, lui conservent en même temps plus de souplesse.

» Après épuisement par l'alcool, le fil bouilli, jusqu'à constance de perte de poids, dans la potasse, la soude ou l'ammoniaque affaiblies, a donné dans les trois cas une perte de poids de 22 pour 100. Le carbonate de soude a exactement le même pouvoir dissolvant, mais il agit plus lentement.

» Les lessives brunes ainsi obtenues, puis neutralisées par l'acide chlorhydrique faible, donnent un précipité brun gélatineux; mais la coloration que garde la liqueur indique que la précipitation n'est que partielle. Ni l'acide en excès ni la chaux ou la baryte ne précipitent ce qui est resté de matière colorante en dissolution. Cette portion soluble varie, du reste, suivant la dose d'alcali et surtout suivant la durée de l'ébullition; ainsi douze heures d'ébullition avec l'ammoniaque suffisent pour que les acides ne produisent plus aucun précipité.

» Le fil traité par l'eau bouillante y perd au bout d'une semaine 16 pour 100 de son poids, et 18 lorsqu'on fait intervenir la pression. La matière dissoute est acide au tournesol, elle colore à peine l'eau et possède la singulière propriété de brunir par le simple contact d'un alcali.

» Ces premiers caractères permettent difficilement d'admettre la présence d'une matière résineuse.

» Les alcalis caustiques ou carbonatés n'agissent pas comme simples dissolvants, car, en faisant bouillir avec un excès de fil des quantités dosées de carbonate de soude ou de sulfure de sodium, j'ai constaté qu'après huit heures d'ébullition il ne reste plus trace d'acide carbonique ni d'acide sulfhydrique. Les résines ne donnent pas de semblables résultats, car elles se saponifient aussi bien par les sulfures que par les oxydes alcalins.

» La chaux ne précipite pas cette substance dissoute dans les alcalis; le fil bouilli avec un lait de chaux y perd même poids que dans la soude, et il se forme une combinaison soluble de chaux contenant 48 parties de cet oxyde pour 100 parties de matière colorante; la craie même donne, quoique avec plus de lenteur, les mêmes résultats.

» Le traitement par la craie et la chaux présente ceci de particulier, que les liqueurs obtenues restent incolores et que les précipités qu'on y détermine sont blancs. Il y a néanmoins identité de matière, puisque liqueurs et précipités reprennent une couleur fauve par simple addition de soude ou d'ammoniaque.

» Nous arrivons donc, comme premières conclusions, à des caractères certains d'acidité, et à la probabilité d'un corps blanc dont la combinaison avec les alcalis provoque seule la couleur fauve qui jusqu'alors avait fait croire à une matière colorante. Cherchons maintenant la nature de cet acide.

» L'analyse élémentaire lui assigne la composition centésimale suivante :

Hydrogène	5,0
Carbone	42,8
Oxygène	52,2

» Ce résultat permettait déjà d'éliminer de mes recherches un groupe nombreux d'acides organiques. La nature gommeuse, la coloration, l'absence de cristallisation des sels alcalins, la solubilité des sels de chaux et de baryte, l'insolubilité de l'acide dans l'alcool et une foule d'autres caractères bien précisés venaient restreindre de plus en plus le cercle de mes investigations. Elles portèrent longtemps, mais inutilement, sur les matières gommeuses et sur l'acide métagummique dont la composition était assez voisine de celle que j'avais trouvée; néanmoins il y avait absence de communauté générale de réactions.

» Ainsi l'acide métagummique neutralise 3 pour 100 de son poids de chaux, tandis que 100 parties de l'acide que j'étudiais sont saturées par 48 parties de chaux. La liqueur de Fromherz, qui est sans action sur les produits gommeux, donnait au contraire ici un dépôt d'oxyde rouge cuivreux. Ce dernier caractère, qui n'est commun qu'à très peu de substances organiques, contribua pour une large part à me faire trouver dans les composés pectiques le terme de mes incertitudes.

» L'espace me manque pour rappeler dans cet extrait les beaux travaux de M. Fremy sur la pectose et ses dérivés : ce savant, en établissant des réactions si nettes et des caractères si tranchés, a rendu non-seulement toute méprise impossible, mais aussi toute constatation facile.

» Je dois ici me borner à dire que j'ai obtenu toutes les réactions, tous les chiffres de composition et tous ceux de saturation par la baryte et l'oxyde de plomb, qui caractérisent l'acide pectique et l'acide métapectique.

» La série assez longue de mes expérimentations m'amène donc aux conclusions suivantes :

» La substance gommeuse qui relie les fibres du lin n'est autre chose que de la pectose.

» Le rouissage paraît avoir pour but de déterminer la fermentation pectique, et l'acide pectique qui en résulte reste fixé sur le lin, soit mécanique-

ment, soit en partie sous forme de pectate d'ammoniaque. Les alcalis caustiques à froid forment des pectates gélatineux, qui forment une sorte d'empois autour du fil et le préservent d'une attaque complète.

» L'acide pectique étant peu énergique, les carbonates alcalins ont à froid une faible action sur le fil.

» L'ébullition, au contraire, transformant l'acide pectique en un acide énergique, l'acide métapectique, les carbonates sont alors fortement attaqués, et leur emploi devient aussi efficace que celui des alcalis caustiques. Les sulfures alcalins agissent aussi bien que les oxydes. Quant à l'affaiblissement du fil soumis à ces divers traitements, il n'est pas proportionnel à la perte de poids, il n'est pas dû au départ des produits pectiques. Le carbonate de soude, même à forte dose, n'est pas une cause d'affaiblissement du fil. Celui-ci perd, au contraire, plus de résistance par l'emploi de la soude caustique, surtout lorsque la lessive est concentrée.

» L'emploi de la chaux, même à froid, donne pour le fil une perte de résistance considérable. La plus grande cause de destruction de la solidité du fil est la durée exagérée de la digestion, particulièrement dans la soude caustique. Après avoir constaté l'existence de la pectose dans le lin non roui et de l'acide pectique dans le même lin sorti du routoir, il m'est permis d'espérer que les opinions nouvelles que je viens d'émettre pourront amener l'attention des chimistes sur la fermentation pectique, bien connue il est vrai comme un fait scientifique, mais à laquelle on ne soupçonnait pas une application industrielle d'une si haute importance. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application des formules générales du mouvement permanent des liquides à l'écoulement des corps solides.* Note de **M. Tresca**, présentée par M. Morin. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant.)

« D'après des expériences récentes, à l'aide desquelles il est devenu possible de reconnaître que toutes les particularités de l'écoulement des corps solides, tel que nous l'avons défini dans notre premier Mémoire sur cette question, sont physiquement les mêmes pour les liquides, nous avons été conduit à tenter un rapprochement plus complet entre les formules générales du mouvement permanent des liquides et les hypothèses qui ont servi de base, pour les solides, à nos précédents calculs.

» Dans le travail actuel, nous avons considéré un bloc prismatique donnant lieu à un écoulement par un orifice rectangulaire de même longueur

et symétriquement placé par rapport aux faces extérieures de ce bloc. Nous décomposerons, par la pensée, ce bloc en deux parties distinctes : l'une intermédiaire, que nous désignerons sous le nom de *prisme central*, par analogie avec le cylindre central de nos premières recherches; l'autre formée de deux bandes latérales d'égale longueur, représentant l'anneau extérieur ou *cylindre central* que nous avons considéré précédemment.

» Si l'on cherche à appliquer à l'écoulement des corps solides les formules générales de l'hydrodynamique, ces formules peuvent facilement exprimer les hypothèses fondamentales qui ont servi de base à notre théorie.

» Ces hypothèses se bornaient à admettre que, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du prisme central, toute horizontale et toute verticale restaient respectivement horizontale et verticale pendant chacun des déplacements élémentaires déterminés par l'écoulement.

» Les formules générales du mouvement permanent des liquides sont, en désignant par ρ la masse de l'unité de volume, par p la pression en un point dont les coordonnées sont x et y, par u et v les vitesses horizontale et verticale en ce point,

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = -u\frac{du}{dx} - v\frac{du}{dy}, \tag{1}$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy} = -v\frac{dv}{dy} - u\frac{dv}{dx}. \tag{2}$$

» L'équation qui exprime la continuité de la masse du liquide ou, dans nos hypothèses, l'invariabilité du volume total est

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} = 0. \tag{3}$$

Et pour exprimer qu'à l'intérieur du prisme central la vitesse verticale de tous les points d'une même ligne horizontale est constante, il nous suffira de faire $\frac{dv}{dx} = 0$.

» On aurait de même $\frac{du}{dy} = 0$, pour exprimer que toute verticale se déplace parallèlement à elle-même.

» Ces deux conditions ramènent les formules générales à

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = -u\frac{du}{dx}, \tag{4}$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy} = -v\frac{dv}{dy}. \tag{5}$$

» En différentiant l'équation (3) par rapport à x, on trouve

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dx\,dy} = 0;$$

mais, $\frac{dv}{dx}$ étant nul, cette relation se réduit à

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = 0,$$

ce qui conduit par intégration à

$$\frac{du}{dx} = A,$$

(6) $$u = Ax + B,$$

A et B étant des constantes à déterminer.

» L'équation (3) devient alors $\frac{dv}{dy} = -\frac{du}{dx} = -A$, et l'on a aussi

(7) $$v = -Ay + C.$$

» Pour déterminer les trois constantes engagées dans ces relations, nous devrons exprimer qu'elles doivent être satisfaites, soit pour un point quelconque de chacune des bases des bandes extérieures au prisme central, soit pour un point quelconque de la paroi extérieure du bloc.

» Pour cette dernière paroi, on doit avoir $u = 0$ pour $x = R$, ce qui donne

$$u = -A(R - x).$$

» Pour la face supérieure des bandes extérieures, la vitesse v doit être égale à la vitesse V du piston; on a alors $C = V$, et par suite

$$v = -Ay + V.$$

» Enfin, pour la face inférieure de ces mêmes bandes, on a évidemment $v = 0$ pour $y = H$, d'où $A = +\frac{V}{H}$, et par suite

(8) $$v = \frac{V}{H}(H - y),$$

(9) $$u = -\frac{V}{H}(R - x).$$

» On serait d'ailleurs arrivé très-simplement à ces relations en invoquant les conditions de proportionnalité exprimées dans notre premier Mémoire sur l'écoulement des corps solides.

» L'intégration des équations (4) et (5) donne d'ailleurs

$$\frac{1}{\rho}p = D - \frac{1}{2}(u^2 + v^2),$$

et en substituant à u et à v leurs valeurs précédentes, cette dernière relation peut se mettre sous la forme

$$(10) \qquad \frac{1}{\rho}p = D - \frac{V^2}{2H^2}[(R - x)^2 + (H - y)^2],$$

d'où il résulterait que la pression p resterait la même pour tous les points d'une circonférence ayant pour centre un point C de la base inférieure pour lequel on a $x = R$, $y = H$, cette pression p allant en diminuant à mesure que l'on s'éloigne de ce même point C.

» A l'intérieur du prisme central, nous obtiendrons successivement, en raisonnant de la même façon,

$$(6\ bis) \qquad u' = A'x + B',$$

$$(7\ bis) \qquad v' = -A'y + C'.$$

» La détermination des constantes s'obtiendrait encore en considérant les points de la face supérieure du prisme central, ceux de la section faite dans ce prisme par le plan de l'orifice, et enfin ceux du plan moyen lui-même dont la position, par raison de symétrie, est absolument invariable.

» Nous serons ainsi conduit à écrire

$$(8\ bis) \qquad v' = \frac{V}{H}\left(\frac{R}{R_1}y + H - y\right),$$

$$(9\ bis) \qquad u' = -\frac{V}{H}\frac{R - R_1}{R}x,$$

la vitesse V', correspondant à la sortie de la matière par l'orifice, étant connue par la relation

$$R_1V' = RV,$$

qui exprime la condition de l'invariabilité du volume total et qui a permis de remplacer dans les dernières équations la vitesse V' par sa valeur en fonction de V.

» En désignant par p' la pression en un point situé dans l'intérieur du prisme central, on aurait alors, comme pour l'équation (10),

$$(10\ bis) \qquad \frac{1}{\rho}p' = D' - \frac{V^2}{2H^2}\left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2\left[x^2 + \left(y + \frac{R_1 H}{R - R_1}\right)^2\right],$$

ce qui montre que la pression serait la même sur tous les points d'une cir-

conférence ayant son centre en un point A pour lequel on aurait $x = 0$, c'est-à-dire en un point du plan moyen situé à une distance $y = -H\frac{R_1}{R - R_1}$ au-dessus de la face supérieure du bloc, la pression p' diminuant, comme dans le cas précédent, à mesure que l'on s'éloigne de ce nouveau centre.

» (Il est facile de voir que la droite AC passe par l'arête supérieure du prisme central.)

» Les deux équations précédentes sont en quelque sorte contradictoires, puisqu'elles exigeraient, l'une que la pression, successivement considérée sur tous les points d'une même verticale de la surface du prisme central, allât en diminuant depuis la base inférieure jusqu'à la base supérieure du bloc, en tant que cette verticale appartiendrait à l'une des bandes extérieures, tandis qu'elle devrait aller en augmentant si cette même verticale appartenait exclusivement au prisme central.

» Cette différence de pression rend compte du déplacement du plan extérieur du prisme central, et nous sommes ainsi conduit à admettre, comme hypothèse la plus probable, que, dans l'écoulement des corps solides, c'est au contact du piston que les deux pressions p et p' se rapprochent le plus de l'égalité, ce qui conduit à faire $D = D'$ dans notre équation (10 *bis*). Il est en effet manifeste que les deux vitesses verticales sont, de toute nécessité, égales en ces points.

» En partant de ces données, il est possible d'évaluer la pression moyenne P qui devrait être exercée sur la face supérieure du bloc pour déterminer l'écoulement indiqué par les formules, car cette pression serait donnée par

$$PR = \int_{R_1}^{R} p\,dx + \int_{0}^{R_1} p'\,dx,$$

d'où, après division de tous les termes par le facteur commun R,

$$\frac{1}{\rho}P = D - \frac{v^2}{2} - \frac{V^2}{6H^2}(R - R_1)^2.$$

» Cette formule permettrait, au moyen d'une valeur de P fournie par l'expérience, de déterminer la constante D, et, par suite, de faire connaître complétement les pressions individuelles en chacun des points des bandes extérieures ou du prisme central.

» Si l'on appliquait les mêmes hypothèses quant aux déplacements successifs des horizontales et des verticales d'une masse liquide également contenue dans une enveloppe, mais soumise seulement à l'action de la pesan-

teur, on trouverait successivement

$$\frac{1}{\rho}(p_0 - p) = \frac{u'^2 + v'^2}{2} - gH,$$

et, en remplaçant successivement u' et v' par les valeurs précédemment trouvées,

$$\frac{1}{\rho}(p_0 - p) = \frac{V^2}{2H^2}\left[\left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2 x^2 + \left(H + \frac{R - R_1}{R_1} y\right)^2\right] - gH.$$

» Pour les points situés sur l'arête de l'orifice, on sait que $p_0 = p$; $x = R_1$; $y = H$, et cette formule, devient par la considération de $VR = V'R_1$,

$$0 = \frac{R_1^2}{R^2}\frac{V'^2}{2H^2}\left[\left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2 R_1^2 + H^2 \frac{R^2}{R_1^2}\right] - gH,$$

ce qui donne

$$V' = \sqrt{2gH}\,\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2 \frac{R_1^2}{H^2}}}.$$

» Nous voyons ainsi comme notre formule principale est d'accord avec la formule de l'écoulement des liquides lorsqu'on cherche à déterminer spécialement la vitesse verticale à l'orifice.

» Au point de vue de l'écoulement des corps solides, les circonférences d'égale pression nous semblent d'un intérêt réel, et, d'un autre côté, les équations (10) et (10 *bis*) donnent la raison du fait principal que nous avons signalé dans notre premier Mémoire, et qui consiste en ce que l'écoulement des couches inférieures est réellement plus rapide que celui des couches supérieures. Les circonférences d'égale pression, qui sont aussi les courbes d'égale vitesse totale, expliquent complétement la forme convexe de l'extrémité de nos jets solides.

» Nous pensons que ces rapprochements, déduits des équations fondamentales, ne sont pas les seuls que l'on puisse appliquer à l'étude de l'écoulement des corps solides. Ces premières observations sont seulement destinées à établir un lien théorique plus intime entre ces phénomènes, qui sont du même ordre, même quand on considère des corps à des états différents. »

BALISTIQUE. — *Remarques sur le tir des projectiles oblongs.* Note de **M. R. Radau**, présentée par M. Morin.

(Commissaires : MM. Combes, Piobert, Morin.)

« M. Martin de Brettes a communiqué à l'Académie un résultat très-inattendu, auquel il est arrivé en comparant les angles de tir des canons

rayés avec les angles calculés pour le vide. Il s'est trouvé que, dans le tir sous les petits angles, on avait toujours employé des angles de tir plus petits que ceux qui donneraient les mêmes portées dans le vide. Il s'ensuit que les projectiles oblongs sont, en quelque sorte, soutenus par l'air et y vont plus loin que dans le vide, lorsque les trajectoires sont peu inclinées. M. Martin de Brettes attribue ce phénomène à l'existence d'une composante verticale de la résistance, qui aurait pour effet de retarder la chute.

» On admet généralement que le projectile éprouve dans son trajet une résistance tangentielle gkv^2, dont la composante horizontale $-gkv^2\cos\alpha$ représente l'accélération horizontale du projectile, pendant que la composante verticale se retranche de la pesanteur g. Or, on peut supposer que l'axe des projectiles oblongs s'incline légèrement sur la trajectoire, d'avant en arrière; dès lors, il se produit une résistance $g\varepsilon v^2$ dans le sens de la normale, qui donne une composante horizontale $g\varepsilon v^2\sin\alpha$. Lorsque les angles de tir sont assez petits pour qu'il soit permis de prendre $\cos\alpha = 1$ et $\varepsilon\sin\alpha = 0$, on peut négliger cette composante et traiter l'équation du mouvement horizontal comme à l'ordinaire, tandis que l'équation des forces normales se complique du terme $g\varepsilon v^2$. L'équation donne, sans difficulté,

$$2kV^2\cos^2\varphi(\tan\alpha - \tan\varphi - \varepsilon gx) = 1 - \varepsilon^{2gkx},$$

et en développant

$$2V^2(\tan\alpha - g\varepsilon x) = V^2\sin 2\varphi - 2gx - 2g^2kx^2 - \ldots,$$

où V est la vitesse initiale, φ l'angle de tir, α l'inclinaison de la trajectoire au point x, y, et $\tan\alpha = \frac{dy}{dx}$. Une seconde intégration, entre les limites $y = 0$, $x = 0$ et $y = 0$, $x = X$, donne finalement

$$V^2\sin 2\varphi = g(1 - \varepsilon V^2)X + \frac{2}{3}kg^2X^2 + \frac{1}{3}k^2g^3X^3 + \ldots.$$

» Cette formule permet de déterminer la portée X par l'angle de tir φ et réciproquement, lorsque φ n'excède pas quelques degrés. Dans l'une des séries citées par M. Martin de Brettes, nous avons $V = 325$ mètres et $\varphi = 1^\circ 10'$ pour $X = 500$ mètres, $\varphi = 2^\circ 50'$ pour $X = 1000$ mètres. Cela donne approximativement $k = 0,000044$ et $\varepsilon = 0,0000026$, c'est-à-dire que la résistance normale s'élève à 6 pour 100 de la résistance tangentielle.

L'angle de tir peut se calculer par la formule

$$\sin 2\varphi = 0{,}067\,X + 0{,}026\,X^2 + 0{,}0057\,X^3,$$

la portée X étant donnée en kilomètres. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Fièvres typhoïdes se développant à la suite d'une intoxication lente par les gaz que dégagent les poêles de fonte. Nouvelles observations.* Note de **M. Decaisne**, présentée par M. Morin.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.)

« La question du chauffage par les poêles de fonte préoccupant chaque jour davantage les savants et les médecins, et devenant l'objet d'études sérieuses et persévérantes, je crois devoir donner à l'Académie le résumé des observations de fièvres typhoïdes que j'ai soignées, dans des conditions se rapprochant de celles dans lesquelles j'ai recueilli les faits dont j'ai donné communication au mois de février dernier.

» Les quarante-deux cas de fièvre typhoïde que j'ai observés dans l'espace de dix années (1855-1866) dans les communes de Mello, Cires-les-Mello, Bury, Maysel, etc. (Oise), peuvent être partagés en trois catégories : 1° les malades qui faisaient usage de poêles de fonte avec absence presque complète de ventilation; 2° les malades qui faisaient usage de poêles de fonte avec une ventilation imparfaite; 3° enfin les malades qui ne faisaient pas usage de poêles de fonte.

» Si la différence dans les symptômes n'est pas très-accusée entre la première et la deuxième catégorie, elle devient très-sensible entre la première et la troisième.

» ..... Il résulte du tableau comparatif de mes observations que, chez les malades faisant usage de poêles de fonte, il existait du météorisme, des soubresauts des tendons, du délire et surtout des hémorrhagies nasales et intestinales, des escarres et prédominance très-marquée des accidents ataxiques. Chez tous, la durée de la maladie et celle de la convalescence furent infiniment plus longues que chez les individus de la troisième catégorie.

» Depuis ma dernière communication à l'Académie, mon attention a été appelée sur deux passages des *Mémoires de Chirurgie militaire* de Larrey, qui font mention de faits qui viennent donner une confirmation si éclatante et si inattendue à ceux que j'ai exposés devant l'Académie, qu'il est impossible de n'en pas être frappé comme on va le voir.

« A la fin de décembre, dit Larrey, nos soldats, voulant se soustraire à la

» violence du froid qui s'était déclaré tout à coup, s'enfermèrent dans des » chambres fortement chauffées par les poêles de fonte en usage dans le » pays (Berlin), et plusieurs d'entre eux y furent asphyxiés. Quelques-uns » ayant été transportés promptement à l'hôpital furent secourus à propos » et rappelés à la vie; les autres furent victimes de ce funeste accident.... »

» L'auteur rend compte des autopsies qu'il fit alors, et énumère tous les phénomènes remarqués depuis longtemps déjà chez les asphyxiés par l'eau et les gaz pernicieux. Et après avoir décrit assez longuement le mécanisme de l'asphyxie dans ces circonstances, il ajoute :

« Lorsque l'asphyxie n'a pas eu cette terminaison funeste chez ceux » qu'elle a frappés, elle les dispose à la fièvre putride nerveuse dont ils ne » se rétablissent qu'après une convalescence longue et pénible. Quand la » maladie a été portée à un haut degré, la peau se gangrène dans les points » les plus saillants de l'habitude du corps, et il se forme des escarres plus » ou moins étendues. » (LARREY, *Mémoires de Chirurgie militaire, Campagnes de Prusse et de Saxe*, t. III, p. 13 et suivantes.)

M. A. GOUBAUX adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), des « Études sur le trou de Botal chez les animaux domestiques ». Ce Mémoire est présenté par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission.)

M. DE BASTEROT adresse quelques nouveaux documents, relatifs aux fahluns des environs de Bordeaux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. GALIBERT adresse quelques détails sur les nouvelles modifications qui ont été apportées par lui à son appareil respiratoire, et qui permettent de séjourner pendant un temps plus long dans les milieux irrespirables.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. H. MEYER adresse, de Charleston, les solutions de problèmes indéterminés du troisième degré.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. PELLIZZARI adresse, pour le concours des prix de Médecine et de

Chirurgie (fondation Montyon), un « Mémoire sur un remède contre le somnambulisme ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Cazenave adresse, pour le concours du legs Bréant, un ouvrage intitulé : « Pathologie générale des maladies de la peau » et joint à cet envoi une indication manuscrite des points qu'il considère comme nouveaux dans cet ouvrage.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. W. Jenkins adresse une Note concernant le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Fouché adresse un Mémoire manuscrit, relatif au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à vouloir bien procéder à la nomination de deux candidats, qui doivent lui être présentés par elle, pour la chaire d'anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle, laissée vacante par le décès de *M. Serres*.

Cette Lettre sera transmise à la Section d'Anatomie, qui sera chargée de préparer une liste de candidats.

M. le Ministre de la Guerre prie l'Académie de vouloir bien lui faire parvenir les documents relatifs à l'observation des phénomènes produits par la foudre sur les bâtiments de l'Artillerie, qui ont été communiqués par son Département à la Commission des paratonnerres.

Cette Lettre sera transmise à la Commission des paratonnerres.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, une somme destinée à couvrir les frais des expériences faites par la Commission qui a été nommée pour la question des poêles de fonte.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

M. le Ministre de la Marine remercie l'Académie, pour l'envoi qu'elle doit faire à la bibliothèque de son Département, des « Mémoires de l'Académie » et des « Mémoires des Savants étrangers ».

MM. Béhier, Guyon, Tardieu prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de *M. Serres*.

Ces Lettres seront transmises à la Section de Médecine et de Chirurgie.

L'Académie reçoit des Lettres de remercîments de **M. Berthelot**, pour le prix Jecker qui lui a été décerné dans la dernière séance publique; de **M. Marchand**, pour le prix de Statistique; de **M. de Bary**, pour le prix Desmazières; de **M. Legros**, pour le prix Godard; de **M. Schultze** et de **M. Foissac**, pour les Mentions qu'ils ont obtenues.

L'Amirauté anglaise adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, les cartes, plans et volumes qu'elle a publiés en 1867.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de *M. Durand-Fardel*, ayant pour titre : « Traité pratique des maladies chroniques »;

2° Une brochure de *M. Moigno*, intitulée : « Physique moléculaire, ses conquêtes, ses phénomènes et ses applications »;

3° Un ouvrage de *M. A.-A. Vial*, ayant pour titre : « Traité d'hippologie ».

4° Une brochure de *M. E. Vial* intitulée : « Fabrication industrielle de l'hydrogène, comme gaz d'éclairage et de chauffage ».

ACOUSTIQUE. — *Note sur l'harmonica chimique; par* **M. A. Terquem.**

« La production du son dans l'harmonica chimique, malgré les nombreux travaux faits sur ce sujet, n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante. La théorie la plus plausible est celle qui a été donnée, il y a plus de dix ans, par le professeur Schrötter, de Vienne. D'après lui, le courant d'air, provoqué dans le tube résonnateur par la combustion du gaz, entraîne ce dernier et détermine un écoulement plus rapide hors du tube de dégagement. Il en résulte une diminution de pression dans l'appareil producteur du gaz, et, par suite, ce dernier est refoulé dans le tube abducteur

pendant quelques instants, jusqu'à ce que le gaz continuant à arriver à l'orifice rétablisse la pression primitive et s'échappe de nouveau. L'action du courant d'air qui entoure la flamme sur cette dernière et sur ses oscillations ne saurait être niée; toutefois Schrötter a laissé de côté, dans son explication, deux points fondamentaux; il a négligé de tenir compte : 1° du fait même de la combustion; 2° de l'influence des dimensions du tube résonnateur et des variations de pression qui s'y produisent; d'après sa théorie, tout gaz, même non combustible, amené par un tube effilé dans un tube plus large, où existe un courant d'air ascendant, devrait produire un son.

» J'ai constaté, au contraire, que, si dans l'harmonica chimique on remplace l'hydrogène par de l'acide carbonique, et que l'on provoque un courant d'air ascendant à l'aide d'une petite lampe à alcool, il ne se produit aucun son; un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique ne produit rien non plus, tant que le mélange n'est pas enflammé; dès que la combustion a lieu, le son se produit. Donc, la combustion du gaz, en dehors du courant d'air ascendant qu'il provoque, est une condition fondamentale de la production du son.

» L'air du tube résonnateur, en outre, subit des variations de pression par suite du mouvement vibratoire de l'air qu'il contient : quelle relation existe-t-il entre ces dernières et les vibrations de la flamme? Pour la déterminer, j'ai employé l'appareil suivant : une virole de cuivre, de 2 à 3 centimètres de diamètre, et de 6 à 7 centimètres de haut, porte latéralement une petite capsule manométrique, analogue à celles qu'a imaginées M. Kœnig pour faire voir à l'aide des flammes les mouvements vibratoires des colonnes gazeuses. Cette capsule est fermée du côté de la virole par une membrane; du côté extérieur, elle porte deux tubes : l'un sert à y amener du gaz d'éclairage; l'autre sert de bec pour l'allumer. Cette virole est placée entre deux tubes de verre égaux, qui y sont mastiqués et qui ont environ 50 à 60 centimètres de hauteur chacun. Un tube de dégagement, effilé à son extrémité, pénètre dans cet ensemble de tubes, dépasse un peu la virole de cuivre et sert à mener le gaz combustible. On peut ainsi avoir deux flammes à la fois, l'une intérieure, l'autre extérieure au tube de l'harmonica, et comparer leurs mouvements vibratoires.

» Pour cela, entre les deux flammes, se trouve placé un petit miroir de verre platiné, transparent, qui permet de voir la flamme extérieure par réflexion et la flamme intérieure par transparence; le miroir est réglé de telle sorte que l'image d'une des flammes coïncide exactement avec l'autre,

ou du moins se trouve sur la même verticale; car il est plus avantageux de placer la flamme intérieure un peu au-dessus de la flamme extérieure (1). Puis on regarde cette double flamme dans un miroir tournant, en tenant la flamme extérieure cachée à l'aide d'un petit écran. Les vibrations des deux flammes sont décomposées par le miroir tournant, et l'on constate facilement que leurs mouvements vibratoires sont en discordance. Les mouvements de la flamme extérieure sont dus simplement aux variations de pression que subit l'air du tube résonnateur; elle descend quand l'air se dilate, et monte, au contraire, quand l'air se trouve comprimé; elle est mise en vibration par l'intermédiaire de la membrane qui forme une partie des parois du tube. Puisque les mouvements des deux flammes sont en discordance, il en résulte que la flamme intérieure s'allonge tout le temps pendant lequel la pression dans le tube résonnateur est moindre que la pression atmosphérique, et, au contraire, descend pendant la période de condensation.

» On explique ainsi ce fait, découvert par le professeur Sondhaus, que, pour produire un des harmoniques du tube résonnateur, il faut que l'extrémité du tube de dégagement soit dans le voisinage d'un des nœuds correspondant à cet harmonique. On peut donc admettre que, en général, trois phénomènes successifs concourent à la production du son dans l'harmonica chimique :

» 1° Le courant d'air ascendant, ainsi que le supposait Schrötter tend à produire des alternatives dans la grandeur de la flamme sans aucune régularité, comme il arrive quand on souffle sur une flamme;

» 2° Cette flamme, en brûlant avec des alternatives, détermine une certaine périodicité dans l'entrée de l'air à la partie inférieure du tube résonnateur; de là production de vibrations, qui, en se réfléchissant aux deux extrémités du tube, donnent naissance à des ondes fixes, correspondant aux dimensions du tube, à la nature et à la température du gaz qui y est enfermé;

» 3° Les vibrations produites dans le tube réagissent sur la flamme, de manière à mettre ses vibrations d'accord avec les variations de pression dans l'intérieur du tube résonnateur.

» La cause véritable qui produit le son est évidemment l'entrée périodique de l'air à la partie inférieure du tube, provoquée par les alternances

---

(1) M. Zock a employé une méthode analogue pour étudier l'interférence de deux mouvements vibratoires (*Annales de Poggendorff*, 1865).

de la flamme ; on trouve ici une grande analogie entre l'harmonica chimique et les tuyaux à embouchure de flûte, analogie que je me propose de démontrer par d'autres expériences que je poursuis en ce moment.

» Relativement à la forme de la flamme, trois cas peuvent se présenter :

» 1° Si la flamme est assez longue, et que le courant d'air soit peu intense, le mouvement vibratoire ne s'étend pas jusqu'à la base de la flamme; examinée au miroir tournant, elle présente l'apparence d'une courbe sinusoïdale continue;

» 2° Si le courant d'air et, par suite, le mouvement vibratoire sont plus intenses, la flamme vibre dans toute son étendue et peut même complétement s'éteindre ; on voit alors, dans le miroir tournant, des flammes complétement isolées les unes des autres; le gaz se rallume de lui-même, à cause de la haute température qui règne auprès du bec;

» 3° Si le mouvement vibratoire devient encore plus intense, on observe dans le tube de dégagement une petite flamme renversée, qui alterne avec la flamme extérieure, vue dans le miroir tournant; c'est ce phénomène, presque exceptionnel, qui avait été le point de départ de la théorie proposée par Schrötter; on ne peut guère l'observer que quand on emploie de l'hydrogène. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la composition du mélange gazeux servant à la lumière oxyhydrique et d'une nouvelle matière remplaçant la magnésie; par* **M. H. Caron.**

« La magnésie obtenue sous forme de crayon, soit par compression, soit par le procédé humide, en suivant les indications que j'ai données dans mes dernières communications (1), ne peut résister indéfiniment à la chaleur intense qui est produite par la combustion du gaz de l'éclairage mélangé d'oxygène. Il serait même bien difficile de s'en servir avec l'hydrogène pur et l'oxygène, qui donnent lieu à une température plus élevée et par suite à une corrosion plus rapide. Cette usure, cette volatilisation de la magnésie, ne seraient-elles pas dues à une formation de magnésium réduit et sublimé (2) se réoxydant ensuite sous l'influence des produits de la combustion? Telle est la question que je me suis posée. On sait, en effet, par

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 839 et 850.

(2) Nous avons démontré autrefois, M. H. Sainte-Claire Deville et moi, que le magnésium peut se sublimer facilement; c'est aujourd'hui le procédé le plus employé pour purifier ce métal.

les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville (1), que l'oxyde de zinc soumis, au rouge intense, à un faible courant d'hydrogène semble se transporter, et vient cristalliser plus loin dans les parties moins chaudes de l'appareil; et cependant à cette température l'oxyde de zinc n'est pas volatil. J'avais d'ailleurs quelque raison de croire, d'après certains faits cités plus loin, que le mélange gazeux nécessaire pour obtenir la lumière la plus grande devait toujours contenir un excès de gaz combustible et réducteur. Je pouvais m'en assurer de deux manières : la première consistait à mesurer, au moyen de compteurs, les volumes respectifs des gaz consommés, et à voir si un volume d'oxygène correspondait exactement à deux volumes d'hydrogène pur; mais en employant ce dernier gaz, si difficile à conserver dans les appareils, il m'était impossible, avec les moyens dont je dispose, de me mettre à l'abri de fuites, peu importantes il est vrai, mais suffisantes pour infirmer le résultat de mes calculs. J'ai préféré opérer en vase clos, et analyser les produits de la combustion correspondant au maximum de lumière. Pour y arriver, j'ai introduit l'extrémité de la lampe, armée de son crayon de magnésie et allumée, dans un ballon de verre (le col en bas), de manière que la partie lumineuse fût au centre; un bouchon, fermant hermétiquement l'ouverture, était muni d'un tube destiné à l'écoulement des produits de la combustion. J'ai réglé alors, au moyen de robinets extérieurs, la proportion des deux gaz de façon à obtenir la plus grande lumière possible dans ces conditions. En opérant ainsi, j'ai toujours recueilli, par le tube de dégagement, de l'eau et de l'hydrogène, avec des traces d'azote venant sans doute de l'hydrogène et de l'oxygène qui n'en étaient pas complétement exempts (2). D'après cela, il semble démontré que la plus grande somme de lumière correspond toujours à un excès d'hydrogène.

» D'un autre côté, lorsqu'on expose à ces températures élevées, et dans les mêmes conditions de composition de gaz, des matières oxydées au maximum, mais susceptibles d'être réduites au minimum par l'hydrogène, on est certain de trouver, après l'extinction, la partie du crayon qui était exposée à la flamme transformée en oxyde inférieur. C'est à ce fait que je faisais allusion en commençant. Ainsi, par exemple, l'acide titanique chauffé dans l'oxygène à la plus haute température, ne fond pas; mais soumis directement à

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIII, p. 477.

(2) Lorsqu'on se sert de l'hydrogène obtenu avec le zinc et l'acide chlorhydrique du commerce, on voit le ballon se tapisser de cristaux d'acide arsénieux et la partie qui se trouve au-dessus du bec se recouvrir d'une couche brune d'arsenic métallique.

la flamme de la lampe (contenant un excès d'hydrogène), il fond immédiatement, et, de jaune qu'il était, devient bleu et souvent noir. On remarque en outre un phénomène très-curieux : en réglant les gaz de façon à obtenir le maximum de lumière, il se produit un jaillissement d'étincelles, partant du crayon, semblable à celui du fer brûlé dans l'oxygène. C'est vraisemblablement l'acide titanique, réduit d'abord, qui se réoxyde ensuite au milieu de l'air ou de la vapeur d'eau. Le jaillissement s'arrête immédiatement lorsqu'on augmente un peu la dépense d'oxygène.

» Les acides tungstique, niobique et tantalique possèdent également cette fusibilité; elle est même portée à un plus haut degré, car, chauffés au blanc dans un creuset de platine au moyen du chalumeau Schlœsing, ils fondent toujours si la flamme contient un excès d'hydrogène. Ils cristallisent en refroidissant et prennent alors une teinte particulière, indiquant un mélange d'oxyde au maximum et d'oxyde au minimum. Les titanates, tungstates, etc., à base de magnésie fondent également et deviennent noirs dans la flamme oxyhydrique; tous ces corps sont donc impropres à l'éclairage. Dans l'espérance de rencontrer une substance absolument fixe, j'ai essayé beaucoup d'autres matières; je vais les passer rapidement en revue.

» On sait que la silice, l'alumine, etc., les terres réfractaires, fondent et donnent peu de lumière. La glucyne ne fond pas, elle est au moins aussi éclairante que la magnésie, mais elle est encore plus volatile que ce corps et cristallise avec la même facilité. Les oxydes de chrome, de cérium, de lanthane, fondent légèrement et sont tous plus ou moins volatils; la couleur de leurs cristaux indique toujours une réduction lorsqu'il y a un oxyde inférieur capable d'être formé.

» J'ai essayé également le silicate de zircone, dont je connaissais l'infusibilité; mais, comme je m'y attendais, les zircons pulvérisés et agglomérés ont donné très-peu de lumière (ce qui arrive en général avec les silicates). Il me restait à employer la zircone. D'après Berzélius, cette terre a la propriété d'être infusible et de briller d'un éclat éblouissant à la flamme du chalumeau. C'est en effet ce que j'ai trouvé, et de plus elle ne me semble pas volatile lorsqu'on la soumet à la chaleur de la flamme oxyhydrique. J'emploie journellement depuis plus d'un mois le même crayon de zircone, que je chauffe sur un angle vif, et je n'ai pu trouver encore aucune trace d'usure, de volatilisation ou de réduction partielle; ce fait est très-important, car, avec un jet de gaz aussi faible que celui de la lampe dont je me sers, la partie de la flamme qui donne la lumière est très-restreinte, et il est nécessaire que la matière incandescente reste toujours à la même distance du bec; à mesure que le

crayon s'use, cette distance augmente et la lumière diminue de plus en plus.

» L'emploi de la zircone me paraît donc devoir amener dans la production de la lumière oxyhydrique une amélioration notable, car, outre cette qualité précieuse d'être inusable, elle possède encore des propriétés lumineuses supérieures à celle de la magnésie (dans la proportion approchée de 6 à 5). La zircone, il est vrai, est infiniment plus rare dans la nature que la magnésie, mais elle se trouve dans beaucoup de sables volcaniques et surtout en grande abondance dans des roches zirconiennes, près de Miask, aux environs de l'Ilmensec, au pied de l'Oural (1).

» J'ai d'ailleurs trouvé un moyen bien simple d'économiser la matière : je ne mets de zircone qu'à la partie du crayon exposée à la flamme ; le reste peut être fait en magnésie ou même en terre réfractaire. La compression soude la zircone à l'autre matière, et la cuisson ajoute encore à la solidité de cette soudure.

» Les procédés que j'ai donnés pour la fabrication des crayons de magnésie réussissent également bien avec la zircone. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide phosphorique par la transformation des phosphates en phosphures de fer.* Note de **M. Th. Schlœsing**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Note présentée à l'Académie, le 22 août 1864, j'ai décrit succinctement un procédé pour doser l'acide phosphorique, consistant à réduire par l'oxyde de carbone, à une haute température, les phosphates mis en contact avec la silice, et à recueillir le phosphore dégagé sur du cuivre ou dans une dissolution de nitrate d'argent. Ce procédé cesse de donner des résultats exacts lorsque les phosphates contiennent de l'oxyde de fer : celui-ci se transforme en effet en phosphure, et occasionne une perte de phosphore proportionnée à son poids. Dans l'espoir de généraliser ma méthode et de pouvoir l'appliquer à l'analyse des engrais, des cendres de végétaux, des sols, j'ai longtemps cherché, mais en vain, un moyen simple d'éliminer le fer. Obligé d'accepter sa présence, j'ai eu la pensée d'en faire un auxiliaire et de le charger du rôle d'agent séparateur. D'anciens essais m'avaient appris que les phosphates alcalins et terreux, chauffés à blanc dans un creuset de charbon avec des proportions convenables

(1) Les zircons que j'ai employés pour mes expériences proviennent de cette localité ; je les dois à l'obligeance de M. H. Sainte-Claire Deville.

de silice et de fer, cèdent au métal la totalité de leur phosphore. La transformation des phosphates étant obtenue par cette opération préliminaire, il me restait à extraire le phosphore de sa combinaison avec le fer.

» Le problème n'est pas aussi simple qu'il le paraît d'abord : dans la plupart des cas le phosphore demeure, au moins en partie, disséminé dans les silicates, et ne saurait en être séparé mécaniquement sans déchet. On ne peut, d'ailleurs, traiter le mélange par l'eau régale, comme s'il s'agissait d'analyser un phosphure pur; l'acide, attaquant les silicates, rendrait à l'acide phosphorique les mêmes bases que la première opération aurait dès lors inutilement éliminées. Il me fallait un autre agent capable de séparer le phosphore du fer, mais n'ayant aucune action sur les silicates : le chlore gazeux remplit cette double condition.

» On sait que le chlore sec, passant à une température assez modérée sur du fer contenant du phosphore et d'autres métalloïdes, l'arsenic, le soufre, le silicium, transforme tous ces corps en chlorures. Le chlorure de fer est moins volatil que les autres, mais la différence n'est pas suffisante pour permettre une séparation exacte; pour le phosphore, la difficulté est augmentée par la formation d'une combinaison entre son chlorure et celui du fer. Je suis parvenu à détruire cette combinaison et à augmenter beaucoup, en même temps, la différence de volatilité entre les deux chlorures par un artifice très-simple: je fais intervenir du chlorure de potassium, qui s'empare du chlorure de fer et le fixe si bien, à la température de l'expérience, que le chlorure de phosphore se dégage en totalité, absolument pur de chlorure métallique. Ce que je dis ici du phosphore s'étend au soufre, au silicium, à l'arsenic. J'opère de la manière suivante :

» J'emploie un tube de verre vert, façonné à la lampe d'émailleur, de manière à présenter d'abord une partie A de 30 centimètres de long, qui sera placée sur une grille horizontale et où se feront les réactions; puis une partie étirée de 15 centimètres environ, inclinée en contre-bas, après laquelle le tube reprend son horizontalité et son diamètre, sur une longueur de 10 centimètres. Il forme ainsi une sorte d'ampoule B terminée par une pointe redressée, qui est destinée à condenser le chlorure de phosphore. Au fond de la partie A je place un tampon d'amiante, sur lequel je verse du chlorure de potassium pur, décrépité et grossièrement pilé. Ce chlorure occupe une longueur de 12 à 15 centimètres : il est maintenu par un second tampon d'amiante très-petit; j'introduis à la suite une nacelle de porcelaine contenant le phosphure en fragments et un dernier tampon d'amiante; enfin j'adapte un bouchon portant un bout de petit tube. Dans

l'ampoule B je verse quelques centimètres cubes d'eau, et je la relie avec un tube vertical plein de fragments de porcelaine humides, où s'arrêteront les vapeurs phosphoriques non condensées en B. Après ce tube vient un petit flacon laveur, témoin du courant de chlore.

» Après avoir chauffé le chlorure de potassium et chassé toute trace d'humidité en A par un courant d'air sec, je fais arriver le chlore, mais je ne chauffe la nacelle qu'après le balayage de l'air. Dès que la réaction commence, un liquide rouge se condense autour de la nacelle et se répand dans le chlorure de potassium. Celui-ci doit être porté, seulement dans le voisinage de la nacelle, à une température assez élevée pour faire fondre le chlorure double; sans cela, le tube pourrait s'obstruer. Vers la fin de l'opération, on chauffe un peu plus, sans toutefois atteindre le rouge sombre, car à ce degré de chaleur le perchlorure de phosphore échange son chlore contre l'oxygène de la silice du verre et forme des phosphates Le perchlorure de phosphore se condense à l'issue du tube A; on le chasse dans l'ampoule en chauffant doucement le verre. L'analyse est finie lorsqu'on n'aperçoit plus la moindre condensation.

» Il convient de maintenir un excès constant, mais faible, de chlore : il faut donc être bien maître de sa production; aussi ai-je remplacé l'appareil à chlore ordinaire par un couple de ces flacons tubulés en usage pour la préparation de l'hydrogène, de l'acide carbonique, etc., qui permettent de commander le dégagement du gaz par un robinet.

» Pous doser l'acide phosphorique condensé dans l'ampoule avec de l'acide chlorhydrique, on coupe le verre dans sa partie étirée, on fait couler le liquide dans une capsule de porcelaine où l'on réunit les lavages du tube à porcelaine et de l'ampoule, on y ajoute de l'acide nitrique et on évapore. L'acide chlorhydrique, décomposé vers la fin de l'opération, est éliminé sans projection; il ne reste plus alors qu'à doser de l'acide phosphorique libre en présence de l'acide nitrique, ce que je fais au moyen du nitrate d'argent.

» Voici des exemples d'analyse qui montrent l'exactitude du procédé ci-dessus décrit. J'ai d'abord analysé, par les méthodes connues, du phosphure de fer :

	I.		II.	
	mg		mg	
Phosphure employé	401,25		330,25	
Phosphate d'argent	1284,00		1060,50	
D'où phosphore	95,03	23,68	78,59	23,70
Fer	304,50	75,88	250,80	75,93
Charbon		0,30		0,30
		99,86		99,93

Moyenne du taux pour 100 de phosphore 23,7

» J'ai ensuite analysé divers poids de ce phosphure par mon procédé :

	I.	II.	III.
	mg	mg	mg
Phosphure	365,5	317,60	299,0
Contenant phosphore	86,6	75,24	70,9
Phosphate d'argent trouvé	1160,5	1007,00	957,0
Contenant phosphore	85,9	74,50	70,8

» J'ai analysé aussi des phosphures plus pauvres, de composition connue, obtenus en fondant du fer pur avec des poids déterminés du phosphure précédent :

	I.	II.	III.
	mg	mg	mg
Phosphure	197,5	202	14
Fer pur	1000,0	2000	2000
	1197,5	2202	2014
Taux du phosphore	0,0392	0,0217	0,0016
On opère sur	1173,00 mg	On opère sur la totalité.	On opère sur la totalité.
		mg	mg
Phosphore calculé	45,74	47,9	3,32
Phosphore trouvé	45,70	47,5	3,50

» Ces phosphures pauvres avaient été fondus dans des creusets de charbon, et le fer s'était changé en fonte; aussi ma nacelle contenait-elle, après l'analyse, du charbon souillé seulement de quelques milligrammes d'oxyde de fer. J'ai pu constater qu'il n'y avait pas de traces sensibles de charbon entraîné par le chlore ou les chlorures volatils. Il ressort de là que le chlore gazeux, employé dans les conditions de mes expériences, doit donner des résultats exacts quand il est appliqué à l'analyse des fontes, des aciers, des fers, tant pour le charbon que pour le phosphore, et sans doute aussi pour le silicium, l'arsenic, le soufre. Je reviendrai sur ce sujet.

» Dans une prochaine Note, je parlerai de la transformation en phosphures de fer des phosphates alcalins et terreux contenant du fer. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la combustion de la houille.* Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Balard.

« Ces recherches, qui ont pour but l'étude physico-chimique de la combustion de la houille, sont divisées en trois parties : 1° étude chimique des gaz provenant de la combustion de la houille; dosage des gaz combustibles et du noir de fumée; 2° études calorimétriques; chaleur de combustion de la houille; relation entre la composition chimique et le pouvoir calorifique; 3° calculs et données pratiques; étude de la distribution du calorique dans le chauffage des générateurs à vapeur.

» Mes recherches ont porté principalement sur la houille de Ronchamp, renfermant en nombre ronds :

Carbone	70,0
Cendres	21,0
Hydrogène	4,0
Oxygène	4,0
Azote	1,0
	100,0

» Les analyses des gaz de la combustion qui ont été publiées jusqu'à présent ont porté sur des échantillons qui ne représentaient pas une moyenne; je me suis attaché, au contraire, à n'opérer que sur des gaz puisés de telle façon que l'échantillon analysé représentât la moyenne des produits gazeux dégagés par quelques centaines de kilogrammes de houille.

» Des appareils spéciaux construits *ad hoc*, que le défaut d'espace m'empêche de décrire en détail, m'ont permis d'atteindre ce résultat.

» L'échantillon moyen était recueilli dans un gazomètre à mercure de 3 litres de capacité.

» L'analyse a été faite à la fois par la méthode des volumes et celle des pesées (système d'Ebelmen); seulement j'ai dû renoncer à la méthode employée par Ebelmen pour le dosage de l'oxygène, cette méthode ne donnant pas de résultats exacts lorsque les gaz analysés renferment des gaz combustibles autres que de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène.

» L'aspiration du gaz a eu lieu au moyen d'un tube de platine fendu sur une longueur de 75 centimètres; elle était assez puissante pour maintenir dans l'intérieur du tube une dépression de quelques millimètres de mercure et aspirer le gaz sur toute la longueur de la rainure.

« Généralement, je puisais environ $\frac{1}{1000}$ du volume total des gaz passant

dans la cheminée. Le gazomètre à mercure puisait à son tour sur le courant de gaz aspiré $\frac{1}{250}$ à $\frac{1}{500}$ de son volume, de sorte que celui-ci renfermait comme échantillon moyen environ $\frac{1}{500000}$ des gaz totaux de la combustion.

» Le carbone provenant des gaz combustibles a été exprimé tantôt en oxyde de carbone (lorsque l'oxyde de carbone seul a été dosé), tantôt en vapeur de carbone (données de l'analyse par pesées), tantôt en oxyde et vapeur (lorsque les deux méthodes ont été employées); l'hydrogène a été compté comme hydrogène libre.

Première série d'expériences *où l'oxyde de carbone seul a été dosé.*

Nos de l'essai.	Air en excès.	Composition des gaz en centièmes.				Carbone à l'état d'oxyde.		Observations.
		Azote.	Acide carbonique.	Oxyde de carbone.	Oxygène.	Par kilogr. de houille.	En centièmes sur la totalité.	
3	13,42	82,21	14,03	0,94	2,82	43,3 gr	6,19	Environ 0k,450 de houille par heure et par décimètre carré de grille
1	23,04	81,25	13,08	0,83	4,84	41,5	5,85 p. 100	Id.
2	54,37	80,44	7,73	0,41	11,42	34,8	4,97 p. 100	Id.

Deuxième série d'expériences *où la vapeur totale de carbone a été dosée, ainsi que l'hydrogène.*

Nos d'ordre de l'analyse.	Air en excès p. 100.	Composition des gaz en centièmes.					Par kilogr. de houille. Carbone.		Par kilogr. de houille. Hydrogène.		Observations.
		Azote.	Acide carbonique.	Vapeur de carbone	Hydrogène.	Oxygène.	Total.	Centièmes.	Total.	Centièmes.	
6	25,09	79,92	13,46	0,52	1,08	5,27	53,6	7,65	8,72 gr	21,7	Houille maintenue basse sur la grille.
4	26,32	78,75	13,80	0,86	1,06	5,53	87,0	12,4	8,36	20,7	Houille très-épaisse sur la grille.
5	51,42	79,88	8,62	0,14	0,53	10,83	22,5	3,21	7,1	17,7	0k,450 de houille par heure et par décimètre carré de grille.

Troisième série d'expériences *où l'analyse des gaz a été complète et la houille pesée pour chaque charge.*

Nos d'ordre de l'analyse.	AIR en excès p. 100.	COMPOSITION DES GAZ en centièmes. — Azote.	Acide carbonique.	Oxygène.	GAZ COMBUSTIBLES. — Oxyde de carbone.	Vapeur de carbone.	Hydrogène.	PAR KILOGRAMME DE HOUILLE. — CARBONE — A L'ÉTAT D'OXYDE. — Quantités.	Centièmes du carbone.	A L'ÉTAT D'HYDROCARBURE. — Quantités.	Centièmes du carbone.	TOTAL. — Quantités.	Centièmes du carbone.	HYDROGÈNE. — Quantités.	Centièmes de l'hydrogène.	HOUILLE consommée par heure et par décimètre carré de grille.	TEMPÉRATURE maxima des gaz à leur sortie.	QUANTITÉS de houille par charge	FRÉQUENCE des CHARGES.
								gr		gr		gr		gr		kil	o	kil	
12	6,66	80,38	14,87	1,41	0,84	1,15	1,35	36,3	5,1	90,3	13,7	133,6	18,8	9,5	23,7	0,400	119	7	Toutes les 5 minutes.
11	10,47	80,00	14,16	2,18	0,97	0,98	1,11	42,4	6,05	87,7	12,5	130,1	18,55	7,4	18,5	0,470	128	14	» 8 »
9	13,32	80,66	14,63	2,80	0,86	0,49	0,56	38,6	5,5	44,9	6,4	83,5	11,9	4,2	10,5(?)	0,470	126	7	» 3 »
13	17,61	81,52	13,34	3,77	?	0,46	0,91	?	?	?	?	48,1	6,8	7,8	19,5	0,400	135	7	» 5 »
14	20,94	80,23	13,43	4,42	0,24	0,32	1,41	12,4	1,7	32,1	4,6	44,5	6,3	9,6	24,5	0,400	?	14	» 10 »
8	26,18	80,34	12,89	5,53	?	0,28	0,96	?	?	?	?	32,5	4,64	8,9	22,3	0,230	93,2	7	» 8 »
10	42,84	79,76	10,87	8,99	?	0,19	0,19	?	?	?	?	26,7	3,10	2,2	6,3	0,925	156	7	» 2 »
7	53,78	79,86	8,23	11,35	?	0,04	0,52	?	?	?	?	6,75	0,9	7,2	18,1	0,166	94	6	» 10 »

» Le noir de fumée a été dosé de la manière suivante : un volume mesuré des produits gazeux de la combustion (50 à 100 litres) a été aspiré par un tube de verre rempli d'amiante : l'amiante retenait complétement le noir de fumée.

» Le tube, porté au rouge, a été balayé par un courant d'oxygène, et l'acide carbonique formé recueilli par la pesée dans un tube à potasse.

» Deux expériences ont été faites de cette manière : la première sur les produits gazeux de la combustion avec grand excès d'air, et la seconde sur ceux d'une combustion avec peu d'air en excès.

» Le noir de fumée recueilli dans la première expérience correspondait à 0,33 pour 100 du carbone renfermé dans la houille, celui de la seconde expérience à 0,72 pour 100.

» Il en résulte que, pour la houille de Ronchamp, la perte en noir de fumée est insignifiante. Je ne peux pas encore me prononcer sur d'autres qualités de houille; mais il est permis de croire, après ces premières expériences, que la perte éprouvée par le dégagement de carbone à l'état de fumée est beaucoup moins considérable qu'on ne l'a dit, et qu'il est peu probable que des foyers fumivores puissent apporter une économie sous ce rapport.

» Il résulte des analyses des gaz que, lorsque l'alimentation d'air est insuffisante, c'est-à-dire lorsque les gaz brûlés ne renferment que 6 à 10 pour 100 d'air en excès, la perte du carbone à l'état de gaz combustible représente environ 20 centièmes du carbone de la houille consumée, et que cette perte diminue considérablement lorsque les gaz brûlés renferment de 20 à 50 pour 100 d'air en excès, au point de se trouver réduite à 4 ou 5 centièmes.

» La perte de l'hydrogène est plus considérable; elle oscille entre 10 et 20 pour 100 de l'hydrogène renfermé dans la houille et dépend moins de l'alimentation d'air; en effet, le dégagement de l'hydrogène a lieu par distillation, au moment de la charge.

» Les produits gazeux de la combustion renferment, comme on voit, outre des hydro-carbures, de l'oxyde de carbone.

» J'ai constaté la présence de l'acétylène dans les gaz qui proviennent des combustions faites avec peu d'air, suivant les prévisions de M. Berthelot; mais à côté de l'acétylène se rencontrent encore d'autres hydrocarbures.

» Ce travail paraîtra *in extenso* dans les *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse.* »

ASTRONOMIE. — *Sur la scintillation des étoiles*. Note de **M. C. Wolf**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La Note que j'ai insérée dans les *Comptes rendus*, sur le phénomène de la scintillation des étoiles, n'est qu'un extrait d'un Mémoire plus étendu, présenté le même jour à l'Académie. J'ai dû supprimer, dans cette Note, tout ce qui était de la discussion et me borner à l'énoncé des faits. Voilà pourquoi elle ne dit rien des observations de M. Montigny, que j'ai rapportées tout au long dans mon Mémoire, en montrant en quoi elles diffèrent des miennes. J'ai également discuté la théorie de M. Montigny, et je crois avoir montré que, si elle peut et doit être prise en considération pour l'explication de certaines particularités, elle ne peut expliquer le phénomène fondamental du *mouvement progressif et régulier* des bandes noires, que M. Montigny, du reste, n'avait pas reconnu. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Études météorologiques faites en ballon*. Note de **M. Flammarion**, présentée par M. Delaunay. (Extrait par l'auteur.)

« Les ascensions scientifiques que j'ai accomplies l'année dernière et que je poursuis cette année m'ont amené à la découverte et à la constatation de faits importants dont la connaissance me paraît de nature à jeter quelque lumière sur les problèmes encore si obscurs de la météorologie. Pénétré de la conviction que tous les mouvements de l'atmosphère sont soumis à des lois régulières aussi bien que ceux des corps célestes dont la mesure constitue aujourd'hui l'édifice inébranlable de l'astronomie moderne, j'ai pensé qu'il serait utile à la fondation de la science du temps de chercher à voir de près le mécanisme de la formation des nuages, la circulation des courants, l'état physique des différentes couches d'air, en un mot, d'observer, en s'y transportant, le monde atmosphérique dans son action multiple et permanente. La perspective des bienfaits que la science météorologique répandra un jour sur le travail de l'homme, l'examen de la connexion de cette science avec l'astronomie et la physique du globe d'une part, avec la physiologie de la vie des plantes, des animaux, et de l'homme lui-même d'autre part, ont soutenu ma confiance en l'utilité de ces excursions aériennes. Je viens soumettre à l'Académie les principaux résultats dus à dix voyages, effectués en diverses conditions atmosphériques, de nuit comme de jour, le matin et le soir, par un ciel couvert comme par un ciel pur. Quelques-uns de ces voyages ont eu une durée

de douze et quinze heures. J'ai établi mon programme d'après les séries entreprises par Biot et Gay-Lussac en 1804, Barral et Bixio en 1850, Welsh et Glaisher en Angleterre, séries auxquelles j'ai ajouté les indications données à cet égard par Arago, et celles que des circonstances nouvelles dans la science m'ont engagé à leur adjoindre.

» Le programme est vaste et complexe. Je présente aujourd'hui les résultats que je considère comme le plus solidement acquis par mes diverses séries d'expériences. Ces observations peuvent être énoncées dans l'ordre suivant :

» 1° Loi de la variation de l'humidité dans l'air suivant l'altitude;

» 2° Accroissement du pouvoir diathermane de l'air et de la radiation solaire avec l'altitude et avec la décroissance de l'humidité;

» 3° Circulation des courants; leur déviation giratoire et les mouvements généraux de l'atmosphère; intensité et vitesse des courants;

» 4° Nuages : forme, hauteur, dimensions; état hygrométrique et calorifique; phénomènes, etc.;

» 5° Loi du décroissement de la température de l'air.

» 6° Expériences diverses relatives à l'acoustique, à l'optique, à la mécanique, à la physique du globe, à l'astronomie, etc.

» Pour faire ces expériences, je me suis tour à tour servi de deux aérostats. L'un, appartenant à l'Empereur, a été mis avec bienveillance, par M. le Maréchal Vaillant, Ministre de la maison de l'Empereur, à la disposition de la Société aérostatique de France, de concert avec laquelle j'ai accompli une partie de mes voyages aériens; cet aérostat cube 800 mètres. Le second, cubant 1200 mètres, appartient à M. Eugène Godard, aéronaute de l'Empereur, en compagnie duquel j'ai fait d'ailleurs tous mes voyages, dans l'un comme dans l'autre ballon. Mon pilote aérien avait la direction matérielle de l'aérostat, non-seulement pour les préparatifs des ascensions et les soins qui suivent la descente, mais encore pendant la durée des voyages. Cette condition m'a paru être la meilleure pour assurer la liberté des observations scientifiques.

» J'exposerai les résultats de mes observations dans l'ordre des chapitres énoncés plus haut.

Loi de la variation de l'humidité dans l'air suivant l'altitude.

» Dans dix séries d'observations spéciales représentant environ cinq cents positions différentes, la distribution de la vapeur d'eau dans les

couches atmosphériques a suivi une règle constante que l'on peut énoncer en ces termes :

» 1° L'humidité de l'air s'accroît à partir de la surface du sol jusqu'à une certaine hauteur; 2° elle atteint une zone où elle reste à son maximum; 3° elle décroît à partir de cette zone et diminue constamment ensuite à mesure que l'on s'élève dans les régions supérieures.

» La zone à laquelle je donnerai le nom de *zone d'humidité maximum* varie de hauteur suivant les heures, suivant les époques et suivant l'état du ciel.

» Je ne l'ai trouvée qu'en de rares circonstances (principalement à l'aurore) voisine de la surface du sol.

» Cette marche générale de l'humidité est constante, que le ciel soit pur ou couvert, et elle se manifeste dans les observations faites pendant la nuit aussi bien que dans les observations diurnes.

» Les tableaux hygrométriques construits après chaque voyage montrent avec évidence la permanence de cette loi.

» Il se présente des différences considérables relativement à la hauteur de la zone maximum et à la proportion de l'accroissement de l'humidité. Ainsi, le 10 juin 1867, à 4 heures du matin (vent N.-E.), au lever du soleil et sur la lisière de la forêt de Fontainebleau, la zone maximum était à 150 mètres seulement de la surface du sol. L'hygromètre construit spécialement pour ces études marque 93 degrés au niveau du sol et s'élève rapidement jusqu'à 98, qu'il atteint à 150 mètres. A partir de là, il redescend désormais à mesure que l'aérostat s'élève, marquant 92 à 300 mètres, 86 à 750, 65 à 1100, 60 à 1350, 54 à 1700, 48 à 1900, 43 à 2200, 36 à 2400, 30 à 2600, 28 à 2900, 26 à 3000, 25 à 3300 mètres. L'atmosphère était d'une très-grande pureté et sans le moindre nuage.

» Dans une autre ascension, le 15 juillet à $5^h 40^m$ du matin (vent S.-O.), descendant d'une altitude de 2400 mètres au-dessus du Rhin, sur Cologne, j'ai trouvé la zone maximum à 1100 mètres. Le ciel n'était pas entièrement pur. L'humidité relative de l'air était de 62 degrés à 2400 mètres, de 64 à 2200, de 75 à 2000, de 85 à 1800, de 90 à 1600, de 92 à 1550, de 95 à 1330, de 98 à 1100 mètres. C'est la zone maximum. Puis, à mesure que l'aérostat descend, l'humidité diminue. A 890 mètres elle est déjà descendue à 92 degrés, à 706 à 90, à 510 à 87, à 240 à 84, à 50 mètres du sol à 83, et à la surface à 82 degrés. Suivant la même descente, le thermomètre s'était élevé de 2 à 18 degrés centigrades.

» Le 15 avril dernier, à 3 heures après midi (vent N.), parti du jardin

du Conservatoire impérial des Arts et Métiers, j'ai constaté une marche analogue dans la variation de l'humidité. Au départ, dans le jardin, l'hygromètre marque 73 degrés, s'élève à 74 à 776, donne 75 à 900, 76 à 1040, 77 à 1150. C'est la position de la zone maximum. L'humidité décroit ensuite progressivement et constamment; elle est de 76 degrés à 1230 mètres, de 73 à 1345, de 71 à 1400, de 69 à 1450, de 67 à 1490, de 64 à 1545, de 62 à 1573, de 59 à 1608, de 56 degrés à 1650 mètres. A 2000 mètres l'humidité ambiante est descendue à 48 degrés, à 2400 mètres elle est de 36, à 3000 de 31, à 4000 mètres de 19 degrés.

» Cette ascension a été faite par un ciel nuageux. Le maximum d'humidité était un peu au-dessous de la surface inférieure des nuages.

» Le 23 juin 1867, à 5 heures du soir (vent N.-N.-E.), la zone maximum se trouvait à 555 mètres et également au-dessous des nuages.

» Le 30 mai, à 4 heures du soir (vent N.-N.-O.), l'humidité croît de la surface du sol à 500 mètres, et s'élève de 67 à 75 degrés.

» Le résultat général montre donc que l'humidité augmente de la surface du sol jusqu'à une certaine hauteur variable, et décroît ensuite jusqu'aux plus grandes hauteurs. Je ne me crois pas encore en droit de préciser ces variations proportionnelles; des causes complexes rendent les règles difficiles à dégager. Indépendamment de la hauteur, l'humidité de l'air varie selon l'heure, selon la hauteur du soleil sur l'horizon, selon l'état du ciel et parfois aussi selon la nature sèche et humide des terrains au-dessus desquels passe l'aérostat. Mais la loi générale énoncée plus haut ne m'en paraît pas moins pouvoir être adoptée comme une remarque constante. J'insiste d'autant plus fortement sur ce point, que la connaissance de la variation de l'humidité relative de l'air est regardée comme l'élément le plus important des bases météorologiques.

Accroissement du pouvoir diathermane de l'air et de la radiation solaire avec l'altitude et avec le décroissement de l'humidité.

» Lorsqu'on a dépassé les régions inférieures de l'atmosphère, et en général l'altitude de 2000 mètres, on ne peut s'empêcher de constater l'accroissement très-sensible de la chaleur du soleil relativement à la température de l'air ambiant. Ce fait ne m'a jamais plus impressionné que dans la matinée du 10 juin 1867, lorsque, nous trouvant à 7 heures du matin à une hauteur de 3300 mètres, nous avons eu pendant une demi-heure 15 degrés de différence entre la température de nos pieds et celle de nos têtes; ou, pour mieux dire, entre la température de l'intérieur de la nacelle

(ombre) et celle de l'extérieur (soleil). Le thermomètre à l'ombre marquait 8 degrés ; le thermomètre au soleil, 23 degrés. Tandis que nos pieds souffraient de ce froid relatif, un ardent soleil nous brûlait le cou, les joues, et en général les parties du corps directement exposées à la radiation solaire.

» L'effet de cette chaleur est encore augmenté par l'absence du plus léger courant d'air.

» Dans une ascension postérieure à celle-ci, j'ai éprouvé en même temps la différence singulière de 20 degrés entre la température de l'ombre et celle du soleil, à 4150 mètres d'altitude. Le premier thermomètre marquait 9°,5 au-dessous de zéro; le second, + 10°,5.

» Cet écart du rapport de la température de l'air à celle d'un corps exposé au soleil s'accuse et se manifeste en raison de la décroissance de l'humidité. La radiation solaire, la différence entre la chaleur directement reçue de l'astre radieux et la température de l'air, *augmente* à mesure que *diminue* la quantité de vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère. Cette constatation permanente de la transparence de l'air privé d'eau pour la chaleur, établit que c'est la vapeur d'eau qui joue le plus grand rôle dans l'action de conserver la chaleur solaire à la surface du sol.

» Ces résultats doivent être mieux dégagés de toute influence étrangère que ceux qui proviennent d'observations faites sur les montagnes, car, dans ce dernier cas, la présence des neiges et du rayonnement doit avoir un effet constant, tandis que les observations aéoronautiques s'accomplissent dans des régions absolument libres. »

HISTOIRE DE L'HOMME. — *Sur l'origine de silex travaillés, trouvés dans le département de la Gironde.* Note de **M. de Chasteigner.** (Extrait.)

« Au point de vue des objets qu'on rencontre sur ou sous le sol, le département peut être divisé en deux parties distinctes : l'une comprenant la rive droite de la Dordogne, l'Entre-Dordogne-et-Garonne, connue sous le nom d'*Entre-deux-mers,* et la rive gauche de la Garonne, contrée riche et depuis longtemps cultivée ; l'autre formée de cette longue bande de terrain sablonneux, désignée sous le nom de *Landes,* longeant, sur une largeur variable, le littoral de la mer, depuis l'embouchure de la Gironde jusque dans la direction de Bayonne.

» Les objets recueillis dans la première division, haches, traits, grattoirs, couteaux, éclats, par la forme et la matière, se rapprochent de ceux des

contrées voisines, et peuvent à la rigueur en provenir, ce que j'examinerai plus tard et ailleurs.

» Dans les Landes, au contraire, à part de rares couteaux et quelques haches, on ne trouve que des pointes de flèches en silex.

» Ces pointes, de figures et de dimensions très-variées, passant de la feuille de saule au losange et du losange aux diverses formes du triangle, présentent, malgré la variété de couleur et de pâte, un tel fini tout spécial de fabrication, un tel air de famille enfin, qui les éloignent des types ordinaires recueillis dans les pays voisins, qu'il est difficile d'admettre qu'elles n'aient pas été fabriquées sur place.

» Bien que l'opinion contraire semblât dominer, je le pensais depuis longtemps; et cependant la preuve en était difficile à donner, car autant le silex est abondant en Périgord et en Touraine, autant il est rare dans ce département. On ne le trouve en certaine quantité qu'aux abords du Périgord, non loin de Sainte-Foy et un peu sur la rive gauche de la Garonne, aux environs de Bazas, et en quelques rares rognons dans un affleurement de la craie près Villagrain.

» Il manque absolument au sol des Landes; et c'est là toutefois que se rencontrent presque exclusivement les belles flèches dont je parlais tout à l'heure.

» ..... Malgré un grand nombre de faits intéressants, il restait toujours à résoudre le problème de la provenance du silex travaillé sur ces divers points.

» Je n'avais pas rencontré dans les ateliers un seul bloc entier qui pût me mettre sur la trace; seulement j'avais recueilli sur un des tumulus fouillés près de Castelnau un bloc de silex de la grosseur du poing, *paraissant avoir été fortement roulé*.

» Quelques jours après, dans une excursion faite sur l'immense plage de l'Océan, le long de la forêt du Flamand, je remarquai, parmi les galets du rivage, un assez grand nombre de silex roulés, semblables à celui que, loin de la mer, j'avais ramassé à Castelnau. Quelques-uns de ces silex arrivaient même à un volume assez considérable.

» J'en fis récolter un grand nombre, et je les attaquai par les procédés ordinaires employés pour la taille des pierres à fusil. En général, ils *fendaient* bien et pouvaient donc être travaillés. L'aspect de la pâte, comme couleur et comme texture, était identique à celle de la plupart des silex employés pour nos pointes de flèches; leur volume assez restreint, ne permettant qu'exceptionnellement de fabriquer de grandes haches et de longs

couteaux, expliquerait assez la rareté de ces derniers trouvés dans le pays, en comparaison du nombre assez grand de pointes de flèches qu'à force de temps et de patience nous avons pu réunir.

» Enfin, en revoyant avec soin nos ateliers, nous retrouvions, sur les éclats ébauchés, des plaques de cette croûte roulée qui recouvrait le silex des bords de la mer.

» Ce serait donc *la mer seule* qui fournissait, et presque sur place, à ces peuples primitifs, le silex pour la fabrication de leurs instruments. »

HISTOIRE DE L'HOMME. — *Sur de nouvelles stations de l'âge de pierre.* Note de **M. Richard.** (Extrait.)

« J'ai trouvé cette année, au mois de mars, de nouvelles stations de l'âge de pierre dans la Charente-Inférieure, à Neuvicq, près Montguyon, à Fontgiraud, près Saintes (c'est à Fontgiraud que commençait l'aqueduc romain qui alimentait la ville de Saintes), et à Saint-Julien, près Saint-Genis et la Colonie agricole de Saint-Antoine.

» Neuvicq et Saint-Julien offrent des particularités dignes d'attention :

» 1° Neuvicq a été une station gallo-romaine; on y a trouvé un grand nombre de tombeaux de cette époque : à l'une des extrémités de ce cimetière gallo-romain, je crois avoir remarqué un de ces anciens foyers qui devaient servir à la cuisson des aliments. Ce foyer est caractérisé par des pierres calcinées, mêlées de cendres noires et de charbon.

» 2° Saint-Julien est sur un petit coteau, près d'un point où, d'après la tradition locale, se trouvait anciennement la source de la Seudre (1). Le cours de cette petite rivière ne commence actuellement qu'à quelques kilomètres plus bas. Or la constatation, par ces silex taillés, d'une station antéhistorique en ce lieu a été, pour moi, la confirmation de cette tradition; parce que, partout où j'ai vu des silex taillés en assez grand nombre pour faire supposer l'existence d'un atelier, c'est toujours dans le voisinage d'une source apparente ou, au moins, d'un cours d'eau ; au point qu'aujourd'hui, si je visite une contrée où il y ait des silex dans les formations géologiques et une fontaine connue, surtout si cette fontaine est la seule de la localité, j'en conclus, d'une manière à peu près certaine, qu'il y a eu un atelier d'instruments antéhistoriques. »

---

(1) La Seudre est la petite rivière qui a son embouchure au pertuis de Maumusson ; sur ses rives se trouvent les claires et les écluses où verdissent les huîtres de Marennes.

TÉRATOLOGIE. — *Sur un agneau monstrueux* (1), *constituant un nouveau genre (genre Déromèle) dans la famille des monstres doubles polyméliens.* Note de **M. N. Joly**, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« L'agneau qui fait le sujet de cette Note devra constituer dans la famille des polyméliens un septième genre, auquel nous donnerons le nom de *Déromèle* (membre sur le cou), dénomination propre à rappeler le caractère essentiel de cette monstruosité, dont voici d'ailleurs la diagnose.

» *Un (ou deux?) membres accessoires soudés aux vertèbres de la région cervicale.*

» Ici le membre supplémentaire unique est fixé au côté droit du cou, dont il contourne une moitié à la manière d'un élégant *boa*, terminé par un pied bifurqué. Même à travers la peau revêtue d'une épaisse toison, il est facile de s'assurer que ce membre est pourvu de tous ses rayons, et que son omoplate est soudée, non pas à l'omoplate droite du sujet principal, mais bien à l'une des vertèbres du cou (la quatrième ou la cinquième).

» Comme il arrive presque toujours, le membre parasite est privé de tout mouvement volontaire, mais revêtu comme tout le reste du corps d'une riche toison. »

M. A. Martin, en priant l'Académie de vouloir bien accepter le dépôt d'un pli cacheté portant pour suscription : « Description et vérification de la méthode employée en dernier lieu par M. L. Foucault pour s'assurer si une surface de miroir de télescope est rigoureusement parabolique », joint à cet envoi la Note suivante :

« Depuis l'époque à laquelle il a publié, dans les *Annales de l'Observatoire*, le Mémoire sur la construction des miroirs de télescopes en verre argenté, M. Léon Foucault a dû fournir aux besoins de la science un certain nombre de ces instruments, et la longue expérience qu'il a acquise ainsi l'a amené à modifier la méthode d'exploration qu'il avait décrite dans son Mémoire, et qui lui permettait de s'assurer, dans une salle de dimensions restreintes, si le miroir qu'il retouchait avait réellement atteint la forme parabolique exacte. C'est cette nouvelle méthode, susceptible de vérifications numériques et dont j'ai été le seul confident, que j'ai restaurée et consignée dans le paquet dont je prie l'Académie de vouloir bien accepter le dépôt. »

---

(1) Cet agneau est né à Mons, près d'Auch (Gers), chez M. François Laborde.

M. Martin déclare, en outre, qu'il autorise l'ouverture de ce dépôt à telle époque où elle semblera utile aux intérêts de la Science, en laissant l'appréciation à l'Académie.

M. **Lavigne** adresse un Mémoire manuscrit ayant pour titre : « Remarques et observations pratiques sur les habitudes et les mœurs des poissons connus à Toulouse sous le nom générique d'*aloses* ». Ce Mémoire, résultat d'une longue observation, signale et constate un certain nombre de faits que l'auteur pense être restés jusqu'ici ignorés des naturalistes.

M. **Commaille** adresse une « Note sur les eaux qui alimentent Marseille ».

M. A. **Famintzin** adresse quelques documents au sujet des Mémoires qu'il a présentés au concours du prix Desmazières.

Cette Lettre sera transmise à la Commission du prix Desmazières.

M. **Mœrens** adresse, de Bruxelles, une brochure ayant pour titre : « Phénomènes musico-physiologiques ».

Cette brochure sera soumise à l'examen de M. Duhamel.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie, par l'organe de son doyen, M. **Andral**, présente la liste suivante des candidats à la place laissée vacante dans son sein par le décès de *M. Serres :*

En première ligne.	M. **Bouillaud**.
En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique.* . . .	M. **Davaine**. M. **Vulpian**.
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique.* . . .	M. **Behier**. M. **Tardieu**.

L'Académie décide que le nom de M. **Marey** sera ajouté à la liste proposée par la Section.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 mai 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut impérial de France, t. XXXVII, 1re partie. Paris, 1868; in-8°, avec planches.

Des applications de la mécanique à l'horlogerie; par M. RESAL. Paris, sans date; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur la détente des ressorts moteurs des chronomètres. Paris, sans date; br. in-8°.

Formules relatives aux indications du manomètre métallique de M. Bourdon; par M. RESAL. Paris, sans date; br. in-8°.

Traité pratique des maladies chroniques; par M. Max. DURAND-FARDEL. Paris, 1868; 2 vol. grand in-8°.

Études sur la réforme et les systèmes pénitentiaires considérés au point de vue moral, social et médical; par M. J.-C. HERPIN (de Metz). Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. le Baron Séguier.)

Bulletin de la Société de Médecine de Besançon, 2e série, n° 2, année 1867. Besançon, 1868; in-8°.

Éloge de M. P.-F.-O. Rayer, lu à l'assemblée générale de l'Association générale de prévoyance et de secours mutuels des médecins de France dans la séance du 19 avril 1868; par M. Am. LATOUR. Paris, 1868; in-4°. (Présenté par M. Bouley.)

Des nouveaux procédés opératoires de la cataracte. Parallèle et critique; par M. L. WECKER. Paris, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 21e série. Paris, 1868; in-4° avec figures.

Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées); par MM. Charles MARTINS et Édouard COLLOMB. Montpellier, 1868; in-4°.

Pathologie de la protubérance annulaire; par M. O. LARCHER. Paris, 1868; in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Le laryngoscope à Cauterets. Étude du gargarisme laryngien; par M. H. GUINIER. Montpellier, 1868; in-4°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Études de médecine clinique et de physiologie pathologique. — Le choléra observé à l'hôpital Saint-Antoine; par M. P. LORAIN. Paris, 1868; grand

in-8° avec planches. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours au prix Bréant, 1868.)

Mémoire sur la structure de la capsule surrénale de l'homme et de quelques animaux; par M. M. GRANDRY (de Liége). Paris, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Exposé des titres du Dr Ambroise TARDIEU *à l'appui de sa candidature à la place actuellement vacante à l'Académie des Sciences (Section de Médecine et de Chirurgie)*. Paris, 1868; in-4°.

Pathologie générale des maladies de la peau; par M. A. CAZENAVE. Paris, 1868; in-8°. (Adressé pour le concours du prix Bréant.)

Table générale et alphabétique des matières contenues dans les volumes soixante et unième à soixante-douzième inclusivement du Bulletin général de thérapeutique médicale et chirurgicale; *par* M. F. BRICHETEAU. Paris, 1868; in-8°.

Asphyxie et insufflation pulmonaire; par M. MARCHANT. Paris, 1867; br. in-8°.

Projet d'instruction pour le traitement des noyés; par M. MARCHANT. Paris, 1867; br. in-8°.

Ces deux ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.

Mort réelle et mort apparente; par M. F. GANNAL. Paris, 1868; grand in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Recherches ethnologiques et statistiques sur les altérations du système dentaire; par M. E. MAGITOT. Paris, 1868; br. in-8°. (Adressé au concours du prix de Statistique, 1868.)

Fabrication industrielle de l'hydrogène comme gaz d'éclairage et de chauffage; par M. E. VIAL. Paris, 1868; br. in-8°.

Revue semestrielle des travaux d'exploitation des mines et de métallurgie; par M. E. GRATEAU, 1er et 2e semestres de 1867. Paris, 1867; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle*.)

Revue des spécialités et des innovations médicales et chirurgicales, fondée et dirigée par M. Vincent DUVAL, 3e série, t. III, avril 1868. Paris, 1868; br. in-8°.

Études physiologiques et médicales sur quelques lois de l'organisme avec applications à la médecine légale; par M. J.-F. LARCHER. Paris, 1868; in-8° avec figures. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Traité d'hippologie. Connaissance pratique du cheval; par M. A.-A. VIAL. Paris, 1867; grand in-8° avec figures.

Recherches expérimentales sur les conditions pathologiques de l'albuminurie; par M. B.-J. STOKVIS. Bruxelles, 1867; in-8°.

Phénomènes musico-physiologiques; par M. Ch. MEERENS. Bruxelles, 1868; br. in-8°.

Théorie de la feuille; par M. Casimir DE CANDOLLE. Genève, 1868; br. in-8°.

Archives du musée Teyler, t. Ier, 3e fascicule. Harlem, 1868; grand in-8°.

A journey... *Un voyage au Brésil; par* M. le professeur L. AGASSIZ. Boston, 1868; in-8° relié, avec planches.

*Cartes publiées par l'*Hydrografic Office *de l'Amirauté, de mai* 1867 *à avril* 1868, 43 cartes appartenant aux sections 1, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Instructions nautiques, également publiées par l'Amirauté : *Côte occidentale de France, d'Espagne et de Portugal, d'Ouessant à Gibraltar.* 1867; in-8°.

Côte occidentale d'Écosse, 1re partie : *Hébrides.* 1867; in-8°.

Côtes sud-est de la Nouvelle-Écosse et baie de Fundy. 1867; in-8°.

Mers de Chine, t. II. 1868; in-8°.

Phares en 1868. 10 livraisons.

Tables des marées pour les ports de la Grande-Bretagne et de l'Irlande pour l'année 1868.

Acta universitatis Lundensis. *Sciences mathématiques et naturelles, Philosophie, Philologie et Histoire, Théologie, Sciences médicales.* Lund, 1866-1867; 4 livr. in-4°.

Resultate... *Résultats des observations météorologiques faites en différents lieux du royaume de Saxe dans les années* 1826-1861, *et dans les vingt-cinq stations royales dans l'année* 1866, *publiées par* M. le Dr BRUHNS. Leipzig, 1868; in-4°.

Experimental... *Recherches expérimentales sur la forme des bulles d'air dans les tubes cylindriques.* 1re partie : *Bulles des niveaux; par* M. F. MELDE. Leipzig, 1868; in-8°.

Sveriges... *Recherches sur la géologie de la Suède publiées aux frais de l'État sous la direction de* M. A. ERDMANN, n°s 22 à 24. Stockholm, 1867; 4 br. in-8° avec cartes.

Oversigt... *Comptes rendus des travaux de l'Académie royale des Sciences de Danemark :* 1866, n° 7; 1868, n° 5. Copenhague, 1867, 2 br. in-8°.

Det... *Académie royale des Sciences de Danemark*, 5e série, *Sciences mathématiques et naturelles*, t. IX. Copenhague, 1868; in-4° avec planches.

Das... *Recherches sur le système masticatoire des mollusques gastéropodes, considérées comme base d'une classification naturelle*, t. II, 2e livr. Berlin, 1868; in-4° avec planches.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin pour l'année* 1866. Berlin, 1867; in-4° avec planches.

Meteorologische... *Observations météorologiques faites à Dorpat pendant l'année* 1867, *rédigées et calculées par* M. Arthur VON ŒTTINGEN. Dorpat, 1868; in-8°.

Delle... *Des glandules utriculaires de l'utérus et de l'organe glandulaire de nouvelle formation qui, durant la grossesse, se développent dans l'utérus des femelles des mammifères, l'espèce humaine comprise; par* M. G. ERCOLANI. Bologne, 1868; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours Godard, 1868.)

Alla... *Remarques sur les communications faites en* 1845 *par le* Dr Balardini *relativement à la pellagre; examen des modifications que les études ultérieures obligent à admettre sur ce sujet*; Note de M. G. PELLIZZARI. Milan, 1866; in-8°.

Nuova... *Nouvelle découverte en xylognosie, ou manière de faire sortir du bois des tableaux naturels, procédé de* Carle DE REGIS-VECCHIARELLI. — *Discussion philotechnique sur cette invention; par* M. M. DE MATTHIAS. Florence, 1867; br. in-8°.

Delle... *Des variables complexes sur une surface quelconque, Mémoire par* M. le professeur E. BELTRAMI. Bologne, sans date; in-4°.

Quistioni... *Questions naturelles et recherches météorologiques; par* M. L.-G. PESSINA. Naples, 1866; in-8°.

Quistioni... *Questions naturelles et recherches météorologiques*, 3e partie : *Éruptions volcaniques et tremblements de terre; par* M. L.-G. PESSINA. Naples, 1868; in-8°.

Sulle... *Sur les marées des roches à l'état liquide sous la croûte solide terrestre; par* M. G. BELLI. Milan, 1864; opuscule in-8°.

Die... *Action de la lumière sur les spirogyres; par* M. A. FAMINTZIN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Die... *De l'action de la lumière sur les algues et quelques autres organismes voisins; par* M. A. FAMINTZIN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Zur... *Sur le développement des gonidies et sur la structure des zoospores des*

lichens; par MM. A. FAMINTZIN *et* J. BARANETZKI. Saint-Pétersbourg, 1867; in-4°.

Ces trois derniers ouvrages sont adressés au concours du prix Desmazières.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1868. (Fin.)

Magasin pittoresque; avril 1868; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; novembre et décembre 1867; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* nos 5 et 6, 1868; in-12.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; avril 1868; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1868; in-8°.

Observatorio... *Publications de l'Observatoire météorologique de l'Infant don Luiz à l'Ecole Polytechnique de Lisbonne;* mars à août et décembre 1867; janvier et février 1868; in-f°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; t. IX, n° 10, 1868; in-8°.

Revue des cours scientifiques; 5e année, nos 18 à 22; 1868; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 4, 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 7 à 9, 1868; in-8°.

Revue maritime et coloniale; avril et mai 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; avril 1868; in-8°.

Société impériale de Médecine de Marseille, Bulletin des travaux; avril 1868; in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; janvier à mars 1868;

The Scientific Review; nos 4 et 5, 1868; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 mai 1868.)

Page 869, ligne 13, après *à l'électrostatique*, ajoutez *par* M. P. VOLPICELLI.

(Séance du 11 mai 1868.)

Page 912, ligne 14, *au lieu de* $d = 26,669$, *lisez* $d = 22,669$.

Page 914, ligne 12, *au lieu de* $w'' = kv$, *lisez* $w_1 = kv$.

Page 914, ligne 13, *au lieu de* $w = [(k+1)^n - 1]V$, *lisez* $w = [(k+1)^n - 1]v$.

Page 919, ligne 14, *au lieu de* M. Poggiale, *lisez* M. Poggioli.